Anschutz, G.

Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen.

BF 497
AN 81
Vw 8

AMERICAN FOUNDATION FOR THE BLIND INC.
~~GIFT OF~~

Archiv für die Gesamte Psychologie, v. 51, no. 1-2, Apr. 1925 - Germany

BF497
An81
Un8
Cop. 1

Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen.

Von

G. Anschütz (Hamburg).

(Mit 38 Figuren im Text.)

Inhalt.

I. Prinzipielles 156
II. Untersuchungen an Herrn Paul Dörken 164
A. Tatbestand 164
B. Eigenart der Photismen 166
C. Besondere Analyse auf Grund subjektiver Angaben 169
1. Die Photismen der zwölf Töne unserer temperierten Oktave 169
2. Charakteristik der Farbenskala 171
3. Gegensatzfarben 174
4. Helligkeitsskala der Photismen 175
5. Farbwertskala der Photismen 182
6. Verhältnis der Photismen zu Grundfarben des Spektrums . . 185
7. Spezieller Charakter der Photismenfarben 186
8. Ästhetischer Wert der Photismen und Töne 189
9. „Schwere" der Töne 191
10. „Wärme" der Töne 192
11. „Beweglichkeit" der Töne 194
12. „Dichtigkeit" der Photismen 195
D. Analyse mit objektiven Methoden 195
1. Messung der Alterationserscheinungen 196
2. Häufigkeit und Qualität der auftretenden Alterationsfarben . 198
3. Eigenart der Alterationsfarben 201
4. Das Verhältnis Unbunt : Bunt 203
5. M.-Werte des Alterationsanfanges 204
6. M.-Werte der Endzeiten 206
7. M.-Werte des Alterationswechsels 207
8. M.-Werte der Periodenlängen 207
9. M.-V.-Werte der Periodenlängen 208
E. Ergänzungsversuche 209
1. Untersuchung des absoluten Tonbewußtseins 209
2. Untersuchung des analytischen Hörens 212
3. Einfluß zentraler Faktoren auf die Photismen 213
4. Helligkeit und relative Farbenwirkung in verschiedenen Höhenlagen 215
III. Schlußbemerkung 218

I. Prinzipielles.

Die Bezeichnung „Photismen" wird aus der Literatur übernommen[1]) und umfaßt die optischen Phänomene, die vom „Synoptiker" anläßlich von Eindrücken aus anderen Sinnesgebieten beobachtet werden. Musikalische Ph. sind solche, bei denen musikalische Formen oder deren Elemente den spezifischen Anlaß bilden. Der Name bezieht sich lediglich auf einen Komplex von Erscheinungen, der noch zu erforschen ist. Er enthält keinerlei Theorie, besonders nicht die von Bleuler[2]) aufgestellte vom Zustandekommen der Ph. im akustischen Zentrum.

Die musikalischen Ph. gehören zu den synästhetischen Inhalten und zeichnen sich gegenüber verwandten Erscheinungen durch folgendes aus: Erstens beruhen sie auf einer Verbindung der beiden „höheren" Sinne. Zweitens ist bei ihnen der Ton das Primäre (Anregende), der optische Inhalt das Sekundäre (Angeregte). Drittens werden sie ungleich häufiger beobachtet als die „Phonismen", bei welchen der optische Eindruck das Primäre, die akustische Erscheinung das Sekundäre ist. Der Analyse der musikalischen Photismen kommt daher die formale Zerlegbarkeit der Musik und ihre Zurückführbarkeit auf feste Elemente zugute, während Licht- und Farbeneindrücke im gewöhnlichen Leben und in der Kunst nicht an ein analog festes Skalensystem gebunden sind. Selbst wenn man die unberechtigte Annahme macht, daß für den Synästhetiker der Weg von der Farbe (Licht) zum Ton dem von Ton zur Farbe prinzipiell gleichartig sei, wirkt also die in der tonalen Welt bestehende, überall auf zahlenmäßige Elemente zurückführbare Ordnung eher im Sinne einer Stabilisierung von Photismen, als umgekehrt die relativ skalenlose Kontinuität der Farben und Lichter eine Bildung von stabilen Phonismen begünstigt.

Die vorliegende Veröffentlichung verzichtet auf eine Darstellung und Kritik früherer Untersuchungen über Synästhesie und Synopsie. F. Mahling[3]) berichtete erst kürzlich kritisch

---

1) Bleuler und Lehmann, „Zwangsmäßige Lichtempfindungen durch Schall und verwandte Erscheinungen auf dem Gebiete der anderen Sinnesempfindungen", Leipzig 1881. Ferner E. Bleuler, „Zur Theorie der Sekundärempfindungen", Zeitschr. f. Psychol. 65, 1913, S. 1—39.

2) Bleuler, „Zur Theorie . . ." S. 35.

3) „Zur Geschichte des Problems wechselseitiger Beziehungen zwischen Ton und Farbe", Diss. Berlin 1923.

über die wichtigsten Arbeiten. Wenn er dabei allerdings zu dem Schlusse kommt, „daß zwar die Erklärung der audition colorée als solcher keineswegs ausgeschlossen erscheint, daß aber infolge ihres durchweg subjektiven Charakters ein Gesetz für Beziehungen zwischen Ton und Farbe auch hier nicht aufzustellen war und ist“[1]), so erscheint diese Folgerung verfrüht. Die Literatur mit Einschluß der Arbeiten von Bleuler und Flournoy[2]) weist nämlich bis heute trotz ihres Umfanges keinen einzigen Fall auf, in welchem über Beschreibung und Statistik hinaus sehr viel Analyse unternommen wurde.

Es zeigt sich immerhin in den bisherigen Arbeiten eine doppelte Interesserichtung, die für weitere Forschung wichtig ist. Erstens wurde untersucht, welche akustischen Gegenstände den anregenden Reiz für auftretende Ph. bilden. Da an dieser Stelle Reize aus anderen Sinnesgebieten ausscheiden (Druck, Schmerz, Geruch, Geschmack), so bleiben folgende Arten übrig: a) einfache Töne im Sinne von Tonhöhen, b) Klangfarben, c) simultane und sukzessive Intervalle, d) Akkorde, e) musikalische Motive, Themen, Melodien und Linien, f) Tonarten, g) Akkordfolgen und Modulationen, h) ganze musikalische Kompositionen oder Teile von ihnen, i) der Stil einzelner Komponisten. Als Grenzgebiet kommen in Betracht die Ph. von Vokalen, Konsonanten, Silben, Wörtern und Geräuschen aller Art. — Zweitens wurde die Frage behandelt, was die Ph. psychologisch seien. Bleuler[3]) sah sich vor die Alternative gestellt, ob sie als Inhalte von Empfindungen oder von Vorstellungen anzusprechen sind, indem er sich für jene entschied. E. R. Jaensch[4]) lehnt neuerlich diese Alternative insofern ab, als er sie von Fall zu Fall im Sinne verschiedener Typen beantwortet wissen will. Er unterscheidet den Empfindungs-, den Vorstellungs- und den Gefühlssynästhetiker. Innerhalb der zweiten Problemstellung suchte man zu entscheiden, ob die Ph. physiologisch-funktionell oder

---

1) a. a. O. S. 137 f. An anderen Stellen spricht sich Mahling hoffnungsvoller aus und betont, daß er durch seine historisch-kritische Arbeit wesentlich den Boden für weitere Forschungsarbeit schaffen will.

2) Th. Flournoy, „Sur l'audition colorée“, Archives des sciences physiques et naturelles, Bd. XXIII, Genf 1890. Ferner „Des phénomènes de synopsie (audition colorée)“, Paris und Genf 1893.

3) „Zur Theorie . . .“ S. 35.

4) Päd. Warte, XXXI, 9/10, 1924.

ob sie durch Assoziationen zu erklären seien, wobei auch vermittelnde Standpunkte vertreten wurden[1]).

Die Analyse der musikalischen Synopsie darf praktisch die Untersuchung der anregenden musikalischen Elemente von derjenigen der psychologischen Eigenart ihrer zugehörigen Ph. nicht trennen. In der Mehrzahl der Fälle von wirklicher musikalischer Synopsie erscheinen akustischer und photismatischer Eindruck als Teile eines einzigen Erlebnisses. Die Frage, ob Inhalt der Empfindung, der Vorstellung oder des Gefühls, entscheidet sich daher meist mit der Feststellung der anregenden Eindrücke. Es pflegt sich nämlich der Charakter der Ph. im gleichen Grade dem eines Empfindungsinhalts zu nähern, in welchem die anregenden musikalischen Gegenstände mindestens auch elementar, also Töne sein können. Damit tritt die musikalisch-synoptische Disposition in engen Zusammenhang mit dem absoluten Tonbewußtsein. Soll einem jeden der zwölf Töne unserer Oktav ein empfindungsmäßiges Ph. fest zugeordnet sein, so muß die Möglichkeit einer experimentellen Fehlreaktion oder ein Versagen in der Synopsie auf ein Minimum beschränkt sein, es muß also ein ausgebildetes absolutes Tonbewußtsein bestehen. Dieses bildet somit die Vorbedingung für vollständige musikalische Synopsie, während umgekehrt absolutes Tonbewußtsein die Synopsie nicht voraussetzt[2]).

Die objektive Feststellung, daß bei einer Person absolutes Tonbewußtsein vorhanden ist, und die subjektive Behauptung dieser Person, sie habe bei jedem einzelnen Ton eine optische Erscheinung, genügt noch nicht zu der sicheren Annahme, daß man es mit einem wirklichen Synoptiker zu tun hat. Es gibt Leute mit absolutem Tonbewußtsein, die angeblich Farben- und Lichterscheinungen haben, während sich das im Experiment nicht erweisen läßt. Dann handelt es sich nicht um Empfindungs-, sondern um Vorstellungs- und Gefühlssynoptiker. Nicht selten hat sich gewollt oder von selbst ein individuelles System von Vorstellungs- und Gefühlsinhalten gebildet, das ursprünglich von einer objektiven Grundlage ausging, dann aber in der Reflexion ergänzt wurde. Ich untersuchte mehrere derartige Personen und fand in einem Falle, daß zuerst nur der

1) Vgl. Mahling a. a. O. S. 94ff.

2) Hier und im folgenden bleibt die Frage unberührt, ob anstatt „absolutes Tonbewußtsein“ etwa „absolutes Tongedächtnis“ gesetzt werden sollte. Das Problem wird an anderer Stelle besonders behandelt werden.

Ton E die „Idee" eines krassen Gelb wachrief; dem scheint der Eindruck des C als „weißlich" gefolgt zu sein, schließlich erhielten alle Töne der Oktav optische Inhalte zugeordnet. Es stellte sich jedoch heraus, daß trotz gut entwickelten absoluten Tonbewußtseins im Erkennen und Benennen der Töne von Empfindungscharakter der Farben keine Spur bestand. Läßt man in solchen Zwischenfällen auf einzelne als Reiz gegebenene Töne nicht mit der Ton-, sondern mit der Farbenbenennung reagieren, so zeigt sich eine erhebliche, und zwar stärkere Verlängerung der Reaktionszeiten, als dies bei Empfindungssynoptikern infolge innerer Umstellung auf andere Namengebung vorkommt. Auch erhält jeder Ton der Oktav einen neuen relativen Reaktionsindex. Stellt man ferner ins einzelne gehende Fragen über die Helligkeit, Sättigung und sonstige Merkmale der Farben, so zeigt sich die allgemeine Unsicherheit. Die Angaben dieser Personen dürfen unter keinen Umständen, wie früher geschehen, auf gleiche Stufe gestellt werden mit denen von wirklichen Empfindungssynoptikern.

Es ist jedoch wegen der Häufigkeit von Mischfällen nicht möglich, zwischen diesen beiden Typen eine exakte Grenze zu ziehen. Wahrscheinlich sind dem Zwischengebiet einige der von Flournoy und Abraham[1]) untersuchten Synoptiker zuzurechnen. Leider stellte Flournoy nur die Ph. der Töne in der C-Dur-Skala fest. Abraham registrierte alle zwölf Halbtöne, vermerkt aber in seiner Tabelle nicht einen Fall, in welchem jeder von ihnen ein Ph. besitzt[2]). Bestenfalls waren also die angeführten Fälle solche von fragmentarischer Empfindungssynopsie. Ich selbst fand eine solche Zwischenstufe bei einem achtzehnjährigen, fast erblindeten jungen Mann. Alle Töne der chromatischen Skala haben bei ihm ihre Ph. Einige von ihnen sind deutlicher und stabiler, andere unsicher. Ein optimaler Empfindungscharakter besteht nicht. Bei geöffnetem linken

1) „Das absolute Tonbewußtsein", Sammelbände der Internat. Musikgesellsch. III, 1, 1901, S. 38. Das Analoge gilt von den bei R. Hennig genannten Fällen („Charakteristik der Tonarten", Berlin 1897; „Entstehung und Bedeutung der Synopsien", Zeitschr. f. Psychol. 10, 1896, S. 183—222; „Das Problem der Charakteristik der Tonarten", Zeitschr. f. Ästhetik, XII; „Die Empfindung von Musik als Farbe", Schweizerische Musikzeitung vom 28. II. und 7. III. 1925).

2) Die von A. angeführten Töne sind bei seinen Personen nur Repräsentanten der ganzen Tonarten. Er bezeichnet seine Fälle selbst als solche von Vorstellungssynopsie.

Auge, auf welchem noch etwas Sehvermögen besteht, wird nämlich das Ph. als ein nahe vor dem Auge befindliches gefärbtes oder farbloses Feld von unsicherer Begrenzung bezeichnet. Während aber über Farbe und Helligkeit ziemlich genaue Angaben gemacht werden, erscheint ein während des Auftretens von Tönen gesehener Gegenstand nicht verfärbt, wie in Fällen bei Bleuler und Gruber beschrieben[1]). Auch werden im absoluten Tonbewußtsein nur rund zwanzig Töne der Mittellage erkannt und benannt. Die Ph. zeigen in diesem Falle noch Besonderheiten, indem manche von ihnen als von rechts nach links in andere Schattierungen übergehend oder als gefleckt bezeichnet werden. — Einen ähnlichen Fall, in welchem etwas größere Stabilität zu bestehen scheint, konnte ich bei einem ebenfalls fast erblindeten Musiklehrer feststellen[2]). Doch ist auch hier die Frage nicht mit einer Formel zu beantworten, ob die Ph. reinen Empfindungscharakter tragen.

Der einzige Fall, der mir bisher als ein solcher von reiner Empfindungssynopsie, verbunden mit gut entwickeltem absoluten Gehör, entgegentrat, betrifft den unten ausführlich untersuchten des Herrn Paul Dörken. Er zeichnet sich dadurch aus, daß nicht nur sämtliche Töne der Oktav ihr festes Ph. besitzen, sondern daß eine vollständige Ausbildung der Ph. zu Sondergebilden besteht. Jedes einzelne von ihnen besitzt in der Empfindung eine Reihe von bis ins einzelne konstatierbaren Eigenschaften.

So bemerkenswert die zahlreichen in der Literatur beschriebenen oder praktisch anzutreffenden Fälle sind, in denen nach Aussagen von Personen nicht mit Tönen, aber mit komplexeren musikalischen Formen optische Erscheinungen verbunden werden, so treten sie an Bedeutung zurück. Häufig wird behauptet, eine Tonart oder ihre Dreiklänge riefen Licht- oder Farbvorstellungen wach. Eine der von mir untersuchten Personen, ein Student, gibt an, den As-Dur-Akkord immer in eigentümlicher Weise als blau vor sich zu haben. Auch bei Modulationen in der Musik will er Farbenveränderungen bemerken. Versuche ergaben, daß die Erscheinungen unklar und nicht stabil sind. Das absolute Tonbewußtsein ist nicht vorhanden. Ähnlich bezeichnete eine Dame Des-Dur als rosa[3]). Sie erkannte

1) Vgl. Bleuler a. a. O. S. 8.
2) Nähere Angaben wurden mir durch Herrn P. Dörken übermittelt.
3) Vgl. vorstehende Anm.

zwar in den meisten Fällen die Tonart, verwechselte sie aber auch einmal mit d-moll. Andere Tonarten außer As-Dur, das aber nur selten erkannt wird, haben keine analogen Eigenschaften für sie.

Der Klaviervirtuos F. Odenwald in Bremen bezeichnet, wie er mir mitteilt, mit großer Bestimmtheit As-Dur als kastanienbraun. Auf nähere Anfrage meint er das As-Dur speziell bei Beethoven, aber auch bei Chopin, Wagner, Brahms, wo es doch eine relativ andere Rolle spielt. Er verbindet ferner mit anderen Tonarten weniger deutliche Farben. Als er auf meine Anregung Versuche unternahm, stellte sich heraus, daß er unter keinerlei äußerlich hergestellten Bedingungen (verdunkelter Raum, geschlossene Augen, natürliche und künstliche Beleuchtung) beim Anschlagen der Tasten irgendwelche optische Empfindung hatte und sich selbst unklar darüber war, wie er zu seiner Farbigkeit der Tonarten gekommen ist, die er auch seit Jahren seinen Schülern lehrte. Offenbar handelt es sich also um eine Art von Symbolik, die noch zu untersuchen ist.

Manche Personen verbinden nur ganz individuell bestimmte Töne, z. B. ein c''' mit einer Farbe. Bei seiner Wiederkehr in anderer Lage erhält das c entweder gar keine oder eine andere Farbe. Es ist mir jedoch weder in früheren Arbeiten noch in der eigenen Erfahrung bisher der Fall begegnet, daß jemand mit sämtlichen Tönen unserer ganzen musikalischen Skala verschiedene Ph. verbindet, wobei von bloßen Veränderungen der Größe, Helligkeit und Gestalt in den einzelnen Lagen abgesehen wird. Es scheint somit der optimale Fall dort zu bestehen, wo jeder Ton der zwölfstufigen Oktav mit einem Ph. im Sinne eines Empfindungsinhalts behaftet ist.

Das Gebiet der musikalischen Ph. ist mit dieser Skizze nicht annähernd erschöpft. Es bietet Stoff für umfassende Monographien. Insbesondere muß das Phänomen der Diagramme, die Verquickung der Ph. mit assoziativen Elementen, mit der Phantasie- und Vorstellungsbildung beim Hören von Musik oder beim musikalischen Schaffen noch untersucht werden[1]). Das fällt aus dem Rahmen dieser Veröffentlichung heraus, da sie sich die

1) Derartige komplexe Phänomene untersuchte ich bisher an 10 Personen, während im ganzen schon über 50 Synoptiker herangezogen wurden. Einen bemerkenswerten Fall zeigt der bekannte Klaviervirtuos Edwin Fischer.

Analyse eines ausgezeichneten Einzelfalles von empfindungsmäßiger Synopsie zum Gegenstand machen wird[1]).

Es darf behauptet werden, daß in den bisherigen Arbeiten eine Analyse der synoptischen Phänomene noch nicht unternommen wurde. Indem man sich vorwiegend auf die Aussagen einzelner Personen oder eigene gelegentliche Betrachtungen verließ, suchte man statistisches Material zu sammeln, was die Anhäufung äußerer Aspekte der Erscheinungen bedeutet. In seinen kritischen Betrachtungen konnte daher Mahling den Schluß ziehen, daß an eine Zuordnung von Farben und Tönen überhaupt nicht zu denken sei. Die Frage wird sich von neuem erheben, sobald die Analyse auf eine andere Basis gestellt wird.

Methodisch vertritt A. Messer[2]) die Überzeugung, die Erkenntnis synoptischer Phänomene hänge von dem Umstand ab, daß der Forschende selbst Synoptiker sei. Ohne daß die prinzipielle Berechtigung dieser Ansicht bezweifelt wird, ist entgegenzuhalten, daß sowohl in bezug auf die psychologische Eigenart der Ph. als auch auf ihren gegenständlichen Inhalt die Phänomene von Fall zu Fall derart unterschiedlich sind, daß ihr Vorhandensein beim Forschenden ebenso leicht zu unberechtigten Verallgemeinerungen führt. Mahling betont die große Intoleranz der Synoptiker hinsichtlich der Ph. Er verweist auch auf den Schritt der Brüder Nußbaumer[3]), beide scheinbar Empfindungssynoptiker, die sich in ihrer Jugend stets über die Ph. derselben akustischen Reize uneinig waren. Wichtiger ist die Forderung, daß Synoptiker selbst zu systematischer Beobachtung heranzubilden sind. Die so erzielten Ergebnisse sind aber in jedem Falle durch objektive Methoden zur Nachprüfung zu ergänzen. Es erübrigt sich, sie theoretisch

---

1) Andeutungen über komplexe farbige Formengebilde beim Hören von Musik finden sich in der leider einer Systematik entbehrenden, in der populären Literatur öfter zitierten Arbeit von Wehofer, „Farbenhören (chromatische Phonopsien) bei Musik", Zeitschr. f. angew. Psychol. Bd. 7, 1913, S. 1—54. Wehofer beschreibt die äußerlichen Umstände in extenso, sagt aber nirgends, an welchen Stellen der oft nicht einmal genau genannten Werke die angedeuteten Erscheinungen auftraten, noch weniger, ob sie bei Wiederholung konstant blieben oder typische Veränderungen erfuhren. Besser in dieser Hinsicht ist eine Arbeit von Oskar Rainer, „Musikalische Graphik", Wien 1925, obwohl auch sie einer genauen psychologischen Methodik entbehrt.

2) „Psychologie", Stuttgart u. Berlin 1922, S. 135.

3) Vgl. Mahling a. a. O. S. 116.

zu erörtern, da sie unten an Beispielen zur Darstellung gelangen.

Daß verschiedene Fälle von Synopsie nicht gleichwertig zu behandeln und nach allen Seiten einer gründlichen Prüfung zu unterziehen sind, bedarf nach dem Vorangegangenen keines Beweises. Wahrscheinlich ist nach den früheren und nach meinen eigenen Untersuchungen, daß es nicht nur qualitativ verschiedene Formen gibt, die zur Aufstellung von Typen führen, sondern daß auch quantitativ der Grad jeweiliger Ausbildung von Synopsie maßgeblich ist. Man kann sich somit optimale Fälle denken, die aufzusuchen und zu analysieren sind. Bei ihnen müßten etwa folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Vorhandensein des absoluten Tonbewußtseins in optimaler Ausbildung bzw. die Fähigkeit, es durch Übung zu erwerben.

2. Behaftung möglichst vieler Einzeltöne mit einem Ph. im Sinne totaler Ausbildung eines stabilen Systems.

3. Hervorragende musikalische Begabung im Sinne vollkommener Beherrschung aller chromatischen und harmonischen Beziehungen der Töne und Tonverbindungen.

4. Empfindungsmäßige Natur der Ph. derart, daß sie an inhaltlicher Deutlichkeit und Greifbarkeit wirklich gesehenen Farben und Helligkeiten gleichkommen.

5. Die Fähigkeit des Reproduzierens oder Produzierens der Ph. auch ohne tatsächliche Einwirkung von Tönen.

6. Möglichste Ausschaltung optischer Elemente, die auf anderem als synoptischem Wege, besonders über die Netzhaut ins Bewußtsein gelangen. Da das Auge des Sehenden fortwährend von Reizen getroffen wird, die im Sinne der Ph. relativ heterogen sind, so ist dieser Fall bei Blinden zu suchen. Hier kommt nur der Erblindete in Frage, da beim Blindgeborenen die Verständigung über etwaige Ph. mindestens erschwert ist.

7. Im Falle der Erblindung liegt wieder der optimale Zeitpunkt in den Entwicklungsjahren. Erfolgt die Erblindung zu früh, so entbehrt das Farbenbewußtsein der Ausbildung, Sehnerv und optisches Zentrum unterliegen der größeren Gefahr einer Atrophie. Erfolgt sie später, so entbehren die Ph. zur Ausbildung der optimalen psychophysischen Grundlage für ihre Entwicklung. Auch Assoziationen aus der gesehenen Welt erhalten überwiegenden Einfluß.

8. Möglichste Ausschaltung der Assoziationen, was wesentlich nur durch nachträgliche Kontrolle zu erreichen ist. Es

wirken z. B. manchmal auch bei erblindeten Musikern noch die weiße und schwarze Färbung der Klaviertasten auf die Bildung der den Ph. zugehörigen Töne ein.

9. Interesse, Fähigkeit und Übung des Synoptikers, die Erscheinungen zu beobachten, zu kontrollieren und zu beschreiben; endlich der Wille und die Ausdauer, sich langwierigen Analysen und Experimenten zu unterziehen.

Nachdem ich lange nach Fällen gesucht habe, die ähnliche Bedingungen nach Möglichkeit erfüllen, fand ich einen solchen in dem Hamburger Musiker Herrn Paul Dörken. Mit der Analyse seiner musikalischen Ph. beschäftigt sich die folgende Darstellung. Ich bin ihm für seine unermüdliche Mitarbeit zu besonderem Danke verpflichtet. Untersuchungen und Ergebnisse sind unter Fortlassung zahlreicher Einzelheiten in knapper Form wiedergegeben.

II. Untersuchungen an Herrn Paul Dörken.

A. Tatbestand.

Herr D. fiel mir in meinen musikästhetischen Übungen als ausgeprägter Synoptiker auf. In einem Referat berichtete er über seine Erscheinungen, indem er sich von jeder theoretischen Einstellung fernhielt und eine reine Beschreibung lieferte. Keine einzige Angabe vermochte er durch Nachfrage angeregt zu begründen; insbesondere konnte er nicht erklären, warum die einzelnen Töne im Ph. ihre bestimmten Farben, Helligkeiten und sonstigen Eigenschaften haben. Seine Mitteilungen waren also nur schildernde Selbstmonographie. Sie wurden ergänzt durch eine Reihe von Tafeln mit aufgeklebten Streifen aus den Ostwaldschen Farbheften. Eine seiner Schülerinnen und Herr stud. phil. A. Plath hatten, da er selbst erblindet ist, nach seinen Beschreibungen die Farben ausgewählt. Die Tafeln stellten teils die diatonischen Tonleitern, teils kompliziertere Beispiele unserer großen Komponisten in farbigen Noten dar. Sie wurden ohne meine Mitwirkung angefertigt und bildeten in dieser gänzlich unbeeinflußten Form die objektiv fixierte Basis aller Untersuchungen. Herr D. stellte sich bald mit großem Geschick auf eine psychologische Beobachtung ein und konnte meist schnell und präzise durch innere Beobachtung der Ph. die nötigen Auskünfte geben.

Herr D. ist Musiklehrer an der Hamburger Blindenschule. Er besitzt eine selten hohe und vielseitige musikalische Veranlagung. Durch schnelles Auffassen und hervorragendes Gedächtnis vermag er nach kurzer Übung an Hand der meist von ihm selbst angefertigten Übertragungen in Blindenschrift Werke nicht nur der Klassiker und Romantiker, sondern auch solche neueren Datums (Reger, Debussy, Scott u. a.) konzertmäßig auswendig zu spielen und öffentlich vorzutragen. Er besitzt das absolute Tonbewußtsein für gut 70 Töne unserer Skala, analysiert Klangfarben auf Obertöne bis in Einzelheiten durch das unbewaffnete Ohr und erkennt die schwierigsten simultanen und sukzessiven harmonischen Gebilde, sei es in vorliegenden Kompositionen, sei es in zum Zweck der Versuche konstruierten Gebilden. Seine Analyse beschränkt sich nicht auf das Formale, sondern er vermag mit großer Exaktheit graduelle und qualitative Besonderheiten in bezug auf psychologischen Ausdrucksgehalt anzugeben. Hiervon werden Einzelheiten in anderem Zusammenhang beschrieben. Er ist auch kompositorisch tätig. Klavier und Orgel sind ihm vollständig vertraut.

Vor 20 Jahren ist Herr D. als Dreizehnjähriger erblindet, nachdem er in früher Jugend das Sehvermögen auf dem rechten Auge verloren hatte. Einige Jahre bestand auf dem linken Auge noch ein Lichtschimmer, der aber infolge fortscheitender Netzhautablösung und einer traumatischen Blutung nach der vierten Operation durch Prof. Deutschmann in Hamburg vor acht Jahren total verschwunden ist. Es ist also anzunehmen, daß a) die Netzhaut nicht mehr in Funktion ist, b) der Sehnerv auch des linken Auges entweder atrophiert ist oder mindestens eine erhebliche Alteration erlitten hat. Da die optische Erinnerungsfähigkeit sehr gut erhalten ist, dürfte Atrophie oder erhebliche Alteration der Gehirnzentren nicht bestehen.

In seiner Jugend hatte Herr D. künstlerische Neigungen. Sie bezogen sich auf das Malerische. Bis zur Erblindung kamen aus äußeren Gründen besondere musikalische Eindrücke nicht in Frage.

Über die Entstehung der Ph. läßt sich Tatsächliches nicht ermitteln. Vermutlich sind sie im Laufe der Jahre allmählich und zuerst unbemerkt aufgetreten. Sie scheinen seit langem ihre heutige Stabilität zu besitzen. Stets gelten sie als etwas Natürliches, wie in den von Bleuler untersuchten Fällen, und sie wurden deshalb nicht besonders beachtet. Seit durch äußere

Anregung das Interesse auf sie gerichtet wurde, werden sie durchweg als schön bezeichnet, jedoch mit graduellen Unterschieden vom einen zum anderen. Gegenständlich werden sie erst, wenn sich die Beobachtung auf sie richtet. Bis dahin sind sie ein Teil des Innenlebens und bilden mit dem Erlebnis der Musik eine Einheit. Es gibt keinen Ton und keine Musik ohne Ph., dagegen Ph., wenn sie nur subjektiv gebildet werden, ohne gehörte Töne.

B. Eigenart der Photismen.

1. Die Ph. im Falle D. sind Inhalte von Empfindungen. Sie teilen jedenfalls mit diesen die subjektive Deutlichkeit, Lebhaftigkeit und Greifbarkeit, was sich auch im experimentellen Verfahren bestätigt. Sie erscheinen aber gleichzeitig als durchsetzt, ja stellenweise bedingt durch zentrale Elemente, die die Empfindungsinhalte im alten Sinne überschreiten.

2. Indem gehörter Ton und synoptisches Ph. eine Einheit bilden, geht einer jeden Eigenschaft eines Tones eine solche im Ph. parallel und umgekehrt. Besonders auffällig ist das in den Randgebieten des absoluten Tonbewußtseins, wo sich Klarheit oder Unklarheit der Töne (Tonhöhen) auf den Charakter des Ph. übertragen.

3. Die Lokalisation im Raume, der wesentlich Seh- und nicht Tastraum ist, hängt von mehreren voneinander unterschiedlichen Gesetzen ab. Vorwiegend erfolgt sie an die wirkliche oder vermeintliche Schallquelle. Befindet sich diese im Rücken, so wird auch das Ph. mit allen seinen Eigenschaften in voller Deutlichkeit hinten gesehen. Tiefe Töne haben daneben die Tendenz, ein räumlich tiefer liegendes Ph. zu erzeugen. Das Doppelphänomen Ton—Farbe gilt alsdann als „schwerer". Der Beginn des Parsifalvorspiels liegt z. B. im Ph. links unten, der des Lohengrin-Vorspiels rechts oben. Obwohl Herr D. Übertragungen von Musik nur durch die Notenschrift für Blinde kennt, in welcher es kein Über- und Untereinander der Noten gibt — seine Beschäftigung mit Musik setzte wesentlich erst nach der Erblindung ein —, folgen die Ph. also in der Tendenz der Bewegung nach oben und unten, aber nicht projiziert auf eine Fläche, sondern übertragen in den synoptischen Raum. Bei Bewegung des Kopfes muß das Ph. erst „mitgeholt" werden.

4. Die Farben der Ph. sind in doppeltem Sinne Mischfarben. Sie sind mit Ausnahme des reinen Gelb beim Ton A Zwischenstufen unserer Grundfarben, und sie sind mehr oder minder mit Hell-Dunkel (Grau) vermischt, also vorwiegend ungesättigt. Außerdem zerfallen sie in zwei Hauptgruppen, in bunte und unbunte. Sie verteilen sich auf die zwölf temperierten Halbtöne der Oktav und kehren in den einzelnen Lagen wieder.

5. Außer einzelnen Tönen haben Zusammenklänge Ph. Diese stellen kein Gemisch dar, sondern die Elemente sind mehr oder minder für sich erkennbar. Je nach dem Charakter des Zusammenklanges wird das Bild jedes einzelnen Tones durch die in den Komplex gleichzeitig eingehenden anderen tonalen und photismatischen Elemente abgewandelt. Das tritt besonders in Erscheinung, wenn derselbe Ton a) allein steht, b) in einen Dur-, c) in einen Moll-, d) in einen schwebenden (übermäßigen) Dreiklang, e) in einen schwebenden Vierklang (verminderten Septakkord) als Element eingeht. Analoges gilt von zeitlichen Folgen.

6. Auch jede Klangfarbe eines Instrumentes und einer menschlichen Stimme hat ihr Ph. Es bildet um das stets stabile Ph. des Tones (Tonhöhe) eine Art Strahlenkranz und variiert von Fall zu Fall in der Größe, Helligkeit, Ausdehnung, Farbe. Grund-Ph. und Klangfarben-Ph. influenzieren sich je nach ihrem Charakter. (Ebenfalls besitzen alle Vokale, Konsonanten, Geräusche, Zahlen und die Wochentage ihre Ph. Herr D. gab seinen beiden Töchterchen die Namen Ursula und Gutrune wegen der „wunderschönen roten Farbe“ des Ph. von u.)

7. Die Form der Ph. ist nicht exakt angebbar. Sie scheint in der akustischen Höhe einem kleinen Kreis mit unbestimmten Umrissen zu entsprechen, der beim c^4 ca. $1^1/_2$ cm im Durchmesser hat. Beim c^1 beträgt dieses Mittel 4 cm, beim Kontra C 10 cm. Diese Zahlen sind jedoch nur Richtwerte, da die Größe durch andere Momente mitbeeinflußt wird. Die Form der Ph. wandelt sich in der Mittellage zu einem schräg liegenden, in der Tiefe zu einem stehenden Oval. Von besonderem Einfluß ist der Klangfarben-Strahlenkranz, der z. B. bei der Oboe ein schmales, „mageres“ Bild bewirkt. Bei Zusammenklängen ist die Größe der einzelnen Ph. schwer angebbar und durch den Charakter des Ganzen mitbedingt. Ohne merklichen Einfluß ist

die Entfernung der Tonquelle, während wachsende Intensität das Ph. vergrößert und umgekehrt.

8. Die Ph. sind Eigen-Ph. der Töne geworden, die unabhängig vom jeweiligen Einzelfall ihren Charakter besitzen. Wie der Sehende aus dem Bewußtsein der Eigenfarbe von Dingen heraus ohne Rücksicht auf den besonderen Fall z. B. das Weiß des Schnees als heller bezeichnet gegenüber dem des Papiers, so werden leicht aus der Erinnerung die typischen Unterschiede der Eigen-Ph. der Töne angegeben.

9. Die hierdurch bedingte Stabilität im Charakter der Ph. zeigt sich auch dadurch, daß sie sich nur mit den üblichen, durch unsere temperierte chromatische Tonskala gegebenen Einzeltönen verbinden und keine Zwischenstufen bilden. a) Beim kontinuierlichen Variieren der Tonhöhe mittels einer Pfeife schlug jedes Ph. plötzlich wie an einer Schwelle in das des folgenden Tones um[1]). b) Beim langsamen Anlaufen oder Abbremsen des Grammophons entrollten sich der Reihe nach chromatisch und lückenlos die 12 Ph. unserer Skala. c) Bei Versuchen mit dem von der Orgelbaufirma Steinmeyer in Öttingen nach Angaben von Psachos (Athen) zur Wiedergabe byzantinischer Musik konstruierten Harmoniums mit 41 ungleichen Tonschritten innerhalb der Oktav wurden sämtliche Töne beurteilt und im Ph. gesehen, als seien sie Töne unserer temperierten zwölfstufigen Skala. d) Es zeigt sich kein nennenswerter Unterschied bei den Ph., wenn zwei Flügel bis zu $^1/_6$ Ton in der Stimmung differieren, analog bei zwei Orchestern mit $^1/_8$ Ton Stimmungsdifferenz, obwohl diese Unterschiede bemerkt und die höhere Stimmung als die angenehmere bezeichnet wird.

10. In den Farben der Ph. überwiegt, wie auch Bleuler bei seinen 76 Personen summa summarum fand, ein rötlichbräunliches Element. Das zeigt sich nicht nur aus einem Abzählen der Farbqualitäten und aus der Analyse der Farbwerte der einzelnen Ph., sondern auch experimentell, wenn mit der Pfeife oder am Grammophon ein rasch ablaufendes Tonkontinuum hergestellt wird. Dann tritt nämlich nur ein rötlichbraunes, stark mit Unbunt untermischtes Phänomen auf. Das Bild des durch schnelle elektrische Bremsung der Straßenbahn erzeugten Ph. zeigt dasselbe. Nur bei ganz schnellem Bremsen

1) Untersuchungen über die Zwischenstadien sind noch nicht abgeschlossen.

des Grammophons ergibt sich ein schwarzer Strich mit weißem Rande, der außerdem komisch wirkt. Nächst den rötlich-braunen kommt an farblichen Elementen in der Wertigkeit der Ph. das Gelb, dann das Blau, erst zuletzt und fast identisch mit Null das Grün. Violett scheidet aus. Auch das stimmt zu den Mitteilungen von Bleuler.

11. Obwohl die Ph. den Charakter von Empfindungsinhalten tragen, sind sie vom „Erkennen" abhängig. Wird in Versuchen über das absolute Tonbewußtsein ein Ton ausnahmsweise nicht erkannt, so setzt auch das Ph. aus. Ist er unsicher erkannt, so ist auch das Ph. unklar. Es ist in keiner Weise angebbar, ob das Erkennen des Tones oder das der Farbe primär ist. In freier und experimenteller Beobachtung ergab sich stets Gleichzeitigkeit. Daß das „Erkennen" und geistige Erfassen die Eigenart der Ph. mindestens mitbestimmt, geht auch daraus hervor, daß sich die Ph. der einzelnen Töne in verschiedenen Zusammenhängen wandeln. Sie sind also, obschon Empfindungsinhalte, von Elementen durchsetzt, die nicht zur einfachen Empfindungsqualität im alten Sinne gehören.

C. Besondere Analyse auf Grund subjektiver Angaben.

1. Die Ph. der zwölf Töne unserer temperierten Oktav[1]). C — Mattbläuliches Weiß wie helle Himmelsfarbe. Eindruck, als wenn auf dunkler Bodenkammer durch ein Dachfenster gegen den Himmel gesehen wird. — Leicht grünlicher Einschlag, durchsichtige Farbe. Strahlender als das H-Ph., das mehr milchig ist.

Cis — Vorherrschende Tendenz nach Cis und nicht nach Des. Problematisches Ph. Im wesentlichen farblos, mittleres Grau, aber schimmernd wie Seide, minimale Farbreste widersprechenden Charakters enthaltend (grünlich-bläulich-gelblich)[2]).

---

1) Auf die enharmonische Verwechslung der Töne ist in der Benennung vorerst kein Bezug genommen.

2) Das Cis-Ph. enthält also Elemente, die, wie Bleuler (a. a. O. S. 7) sagt, „optisch geradezu unmöglich sind". Daß Bleulers hier zitierte Meinung noch der Kontrolle bedarf, beweisen die neuerlichen Mitteilungen von G. E. Müller („Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit", Göttingen 1924, S. 80). Vgl. auch die von Müller teilweise wiedergegebene Arbeit von Alrutz (Psyke, 1915, S. 1 ff.).

Ähnlich dem Phosphoreszieren. Mondfarbig mit etwas Leuchten, Glühen und Glänzen wie Perlmutter. Die Helligkeit erscheint weich, gedämpft. Charakter leichter Verschleierung, aber nicht wie Nebel.

D — Braunrötlich, ähnlich der Farbe von abgefallenem Laub, auch von Eisenrost. Der Farbe von Kakao mit Milch vergleichbar, aber nicht ganz so „belanglos", etwas mehr Ausdruck. Zurücktretender mattgelbrötlicher stumpfer Glanz, viel matter als Fis oder As. Dicht und undurchsichtig, charakterlos.

Es — Dunkles Blau, schwärzlich. Glänzend ähnlich wie Stahlblau. Auch an den blauschwarzen Glanz der Steinkohle erinnernd.

E — Reines Weiß, wie Schnee in der Sonne, ohne jede, auch die leiseste Farbe, etwas heller als A.

F — Gedämpftes, aber volles Rotbraun. Rötlicher als kastanienbraun, ähnlich dem Ziegelrot. Es liegt von allen Ph. dem reinen Rot am nächsten. Ganz leiser gelblicher Schimmer. Gewisse leichte Verwandtschaft mit dem D-Ph., das aber viel matter ist.

Fis — Braun wie gebrannte Kaffeebohnen, dunkel, glänzend, schimmernd, angenehm, nicht aufdringlich. Erscheint im Gegensatz zu F „beschienen".

G — Mittleres Grau, schmutzig im guten Sinne. Ähnlich wie ferne Berge im Dunst, keine Farbe. Zwischen Hell und Dunkel. Zu Cis nur ganz geringer Helligkeitsunterschied, etwas dunkler. Farbe von Chausseestaub nach Regen.

As — Orange, etwas goldfarben, ähnlich dem Inneren von Goldlack. Sammetfarbe, voll, weich, während Cis der Seide zu vergleichen ist.

A — Strahlendes Gelb, Vollgelb, Postgelb, auch der Zitronenfarbe nahestehend. Erscheint beschienen wie E.

B — Schwarz, matter Glanz wie Ebenholz, nicht stumpf.

H — Matte, dichte, undurchsichtige, weißliche Mischfarbe aus Gelblich und Rötlich. Weniger als die Farbe von Kalbfleisch, der menschlichen Hautfarbe vergleichbar. Erinnert an den klaren Osthimmel bei beständigem Wetter vor Sonnenaufgang, auch an die Übergangsfarbe einer Erdbeerensorte beim Heranreifen. Helle Farbe, aber gedämpfter als E, milchig-undurchsichtig.

Sämtliche Ph. heben sich deutlich vom Hintergrund ab. Dieser hat im allgemeinen eine schwärzlich-graue Färbung. Er

ist heller als das B-Ph., aber dunkler als das G-Ph. Nach starker geistiger Tätigkeit erfährt die Hintergrundfarbe eine doppelte Veränderung. Entweder wird das Grau heller, oder es wird dunkler als gewöhnlich. Daß diese subjektive Angabe zutrifft, scheint ein Versuch über das Erkennen der Töne bei starker Ermüdung zu ergeben. Hier wurde einmal lediglich der Ton B mit seinem schwarzen Ph. fast gar nicht mehr erkannt, während die anderen Töne noch ebensogut erkannt wurden wie im normalen Zustand.

2. Charakteristik der Farbenskala. In dieser Reihe tritt zunächst der Unterschied der bunten und unbunten Ph. heraus. Unbunt sind Cis, E, G, B. Die restlichen acht sind bunt. Die unbunten sind regelmäßig verteilt, nämlich in Abständen der kleinen Terz.

Ordnet man die bunten Ph. unter Auslassung der unbunten nicht nach der in der Musik üblichen Skala auf der Basis C, sondern von F ausgehend, so ergibt sich eine Annäherung an die spektrale Ordnung der Farben. F steht dem reinen Rot am nächsten. Fis bedeutet, wie sich durch Versuche am Farbenkreisel bestätigt, ein stark mit Schwarz untermischtes Orange. As steht dem Orange sehr nahe, A entspricht dem reinen Gelb. Der weitere Fortgang erscheint weniger genau. Im Spektrum würden jetzt die grünen Farbqualitäten folgen. Es schließt sich aber bei den Ph. das rosa-milchige H an. Am richtigen Platze scheint das C mit dem leicht grünlichen Blau. Ähnliche minimale Farbreste stecken in dem unbunten Cis. Es folgt eine zweite Unterbrechung im Ph. des D. Die Reihe schließt aber in dem am richtigen Platze befindlichen Ph. von Es, das nach der Beschreibung als ein stark mit Schwarz gemischtes Indigo mit schwachem Einschlag ins Violett gelten muß. In eine spektrale Ordnung passen also in der F-Skala F, Fis, As, A, C, Es, während H und D herausfallen[1]).

1) Daß die Farbenskala beim Ton F beginnt, erinnert an dessen musikalische Funktion als „Naturton". Vgl. hierzu Albert Heim, „Die Töne der Wasserfälle", in den Verhandlungen der schweiz. naturforsch. Ges., Luzern 1874, S. 209; E. Thomas, „Die Instrumentation der Meistersinger . . .", 2. Aufl., Leipzig, S. 90; Daninger, „Stilisierungen im Gebiete der Tonkunst, Zeitschr. f. Ästh. 16, 3, 1922; Schönberg, Harmonielehre, Leipzig-Wien 1911, S. 448—49. Eigene Untersuchungen, die ich mit Herrn Dörken und anderen Teilnehmern an Wasserfällen machte, bestätigten die Funktion des F. Herr Carl Sattelberg, Sänger in Hamburg, berichtete mir, daß er schon als Kind das F im Rauschen des Wassers beobachtet habe. Man denke

In der spektralen Folge der Ph. ist Rot dreimal vertreten (F, D, H), Orange zweimal (Fis, As), Gelb einmal (A), Blau zweimal (C, Es), Grün und Violett fast gar nicht. Ohne Rücksicht auf die Farbenwertigkeit der Ph. zeigt sich das Überwiegen des rötlich-braunen Elementes, das relative Zurücktreten des Blau und das fast völlige Fehlen des Grün. Dieser Umstand ist, auch wenn der Empfindungscharakter der Ph. sonst nicht erwiesen wäre, wichtig: a) bei Bleuler[1]) ergab sich durch Feststellungen an 76 Personen das Analoge; b) H. Ebert[2]) fand bei Versuchen über die zur Auslösung einer Empfindung erforderliche objektive Energie des Lichts bei Hell- und Dunkeladaptation der Netzhaut, daß im Grün ein Maximum liegt. Setzt man diese gleich 1, so betrugen die relativen Lichtenergien bei zwei Personen im Blau $^1/_3$ und $^1/_4$, im Gelb $^1/_5$ und $^1/_7$, im Rot $^1/_{25}$ und $^1/_{34}$. Es scheint sich demnach in diesen synoptischen Tatsachen um ein Phänomen zu handeln, das dem peripheren und zentralen Sehen eignet. Nimmt man an, daß im vorliegenden Falle das Ph. mindestens mit auf physiologischem Wege entsteht, so wäre für den Ausfall bei H an innere Rotgrünblindheit zu denken. Trotzdem ist die Erklärung schwierig, da Herr Dörken Grün vorstellen und subjektiv als Empfindungsinhalt bilden kann. Man müßte zu der Annahme greifen, daß der Erregungsprozeß im Falle des H-Ph. aus irgendwelchen zentralen Gründen quantitativ und qualitativ alteriert ist[3]). Das Analoge gilt von dem spektralen Aussetzen

---

auch an die konventionelle Verwendung von F-Dur in der Musik (Beethovens „Pastorale", zahlreiche Beispiele bei R. Wagner usw.). Ob es sich um tatsächliche Töne im Wasser oder um subjektive Erscheinungen handelt, bleibt noch zu untersuchen.

1) a. a. O. S. 3.

2) Vgl. Wiedemanns Annalen Bd. 33, 1888, S. 136. — G. E. Müller (a. a. O. S. 32) stellte den Satz auf: „Einflüsse entwicklunghemmender oder sonstiger Art, welche den inneren chromatischen Erregbarkeiten nachteilig sind, können die innere Roterregbarkeit weniger leicht beeinträchtigen oder unterdrücken als die innere Grünerregbarkeit".

3) Bemerkenswert ist, daß die Tonart H-Dur in der Musik nicht nur sehr selten, sondern auch ausschließlich (bei großen Meistern) an Stellen mit „Ausnahmecharakter" verwendet ist (z. B. Beethoven, Mittelsatz des Es-Dur-Konzertes, R. Wagner, Isoldes Liebestod). Vergl. dazu auch Beckh, „Das geistige Wesen der Tonarten", Breslau 1923; ferner Stephani, „Der Charakter der Tonarten", 1924. Dieser Ausnahmecharakter ist nicht durch die technische Schwierigkeit der fünf Vorzeichen zu erklären, da z. B. Fis-Dur bezw. Des-Dur in mindestens ähnlicher Lage sind.

beim D-Ph., wo ein Blau zu erwarten war. Diese theoretischen Möglichkeiten sind erst in anderem Zusammenhang zu erörtern. Auf jeden Fall ergibt sich durch die Eigenart der zwei Unterbrechungen in der spektralen Folge der Ph., daß eine subjektive Konstruktion der ganzen Skala nicht vorliegt. Bei allen Personen, die theoretisch-konstruktiv und nicht unmittelbar empfindungsmäßig Farben mit Tönen verbinden, besteht die Neigung zu Systematik und Vollständigkeit. Das Überwiegen einer Farbengruppe oder ein analoger Ausfall wie hier verträgt sich damit nicht.

Die Vermutung, daß es sich bei der Skala der Ph. um Phänomene handelt, die physiologisch mitbedingt sind, wird durch folgendes unterstützt: a) Die Skala stellt keine vollständige Oktav oder große Septime dar, sondern nur eine kleine Septime, nämlich F—Es. Am Rande liegt das unbunte (weiße) E. Man könnte versuchen, dieses entweder als die Stelle des Ultrarot oder als die des Ultraviolett zu deuten[1]), oder man könnte annehmen, daß es die natürliche Lücke in unserem Farbenkreis bildet, die nur künstlich-konstruktiv immer wieder von Systematikern ausgefüllt wird, während die prinzipielle Möglichkeit einer restlosen Ausfüllung unwahrscheinlich ist. — b) In den farblichen Qualitäten der Ph. finden sich die auch von G. E. Müller statuierten drei Gruppen Schwarz-Weiß, Blau-Gelb, Rot-Grün. Wie aber die äußere und innere Rotgrünblindheit (Protanopie und Deuteranopie) häufiger ist, die äußere und innere Blaugelbblindheit (Trianopie und Tetartanopie) seltener[2]), so tritt in den Ph. das Element Blau-Gelb im Gegensatz zu dem des Rot-Grün deutlicher hervor, während das Element Hell-Dunkel (Schwarz-Weiß) das auffälligste ist. Das letztere erscheint also auch in den Ph. als das festeste, von den beiden bunten Paaren erscheint wieder das Element Blau-Gelb fester verwurzelt als das Rot-Grün, was sich mit G. E. Müllers Ansicht in bezug auf die entsprechenden Prozesse beim gewöhnlichen Sehen deckt. Das läßt die Möglichkeit offen, daß andererseits die Ph. von geistigen Elementen durchsetzt sind.

---

1) Nimmt man mit G. E. Müller (a. a. O. S. 12 ff.) bei Rot und Gelb auch eine Weiß-Erregung, bei Grün und Blau dagegen eine Schwarz-Erregung an, so wäre das weiße E-Ph., wenn man es der Skala angliedern will, dem Ende bei F zuzurechnen. Es ergäbe sich dann eine E-Skala, etwa analog der dorischen Tonart der Griechen.

2) Vgl. G. E. Müller a. a. O. S. 58, 93.

Erscheint es nach dem Bisherigen unwahrscheinlich, daß auf die Bildung der Ph. assoziative Elemente maßgeblichen Einfluß ausübten, so spricht hierfür noch folgendes: a) Sämtliche Ph. von Tönen sind andere als die Ph. ihrer Buchstabenbenennung. So ist das Ph. des Tones A ein strahlendes Gelb, das des Buchstaben A bräunlich-lehmfarbig; das Ph. des Tones E ist blendend weiß, das des Buchstaben E grau. b) Es wäre unerklärlich, daß sich in den Ph., wie im folgenden nachzuweisen, ein kompliziertes System der Verteilung von Helligkeit, Sättigung usw. offenbart, es sei denn, daß etwas Analoges latent unserer ganzen Musik und ihrem tonartlichen Aufbau innewohnte. In diesem Falle bestände aber keine reine Assoziation, da es sich alsdann um noch unaufgedeckte immanente und allgemeingültige Zusammenhänge zwischen Farbe und Ton handeln würde. c) In einzelnen Fällen, die genauer untersucht wurden, ist prinzipiell die Möglichkeit einer mitwirkenden Assoziation nicht abzuweisen, so bei der Cis-Farbe die mit der bekannten cis-moll-(Mondschein-) Sonate von Beethoven. Doch spricht schon reine Wahrscheinlichkeit dafür, daß sich bei eifrigem Suchen irgendwelche Möglichkeiten stets finden lassen[1]). d) Die drei dunkelsten Ph. (B, Es, Fis) entsprechen zwar Tönen schwarzer Klaviertasten, doch sind andererseits Ton-Ph. weißer Tasten (F, D, G) dunkler als solche mit schwarzen (Cis, As). e) Mit Ausnahme des Tones A (Gelb) hat kein Ton als Ph. eine Grundfarbe des Spektrums. Die Mischfarben der Ph. können zwar in der Erinnerung durch Farben bekannter Gegenstände beschrieben werden, aber es deckt sich niemals eine von ihnen genau mit einer Erfahrungsfarbe. Was das Ph. noch von einer bekannten Farbe unterscheidet, ist meist das für seine Charakteristik Entscheidende.

3. Gegensatzfarben. Analysiert man die Reihe der Ph. harmonisch, so zeigt sich ein weiteres Prinzip. Es besteht nämlich überall mit graduellen Abstufungen farbliche Gegensätzlichlichkeit zwischen den Grundtönen der im Quintenzirkel entferntesten Tonarten. Nach der Reihenfolge der Gegensätzlichkeit ausgehend von der größten ergibt sich folgende Ordnung:

---

1) Daß im Cis-Ph. eine geringe Abweichung vom rein unbunten Charakter erfolgt, steht möglicherweise im Zusammenhang mit der Tatsache, daß auch die chromatische Umgebung (besonders D und H) Abweichungen in bezug auf spektrale Farbqualitäten zeigen.

E (weiß) — B (schwarz)
A (gelb) — Es (dunkelblau)
C (hellblau) — Fis (dunkelbraun)
H (milchig-rosa) — F (ziegelrot)
As (orange) — D (kakaofarben)
Cis (phosphorfarben) — G (grau).

Von diesen sechs Paaren erscheint das erste als vollständig komplementär. Wählt man aus den Ostwaldschen Farbheften diejenigen aus, die den restlichen zehn Farben am nächsten kommen, so sind auch A—Es und C—Fis als fast komplementär anzusehen, jene etwas mehr als diese. Bei H—F und As—D ergibt sich eine rötlich-braune Mischung. Der Gegensatz Cis—G läßt sich wegen der absonderlichen Cis-Farbe nicht darstellen, kommt aber dem Charakter des Komplementären wieder näher.

4. Helligkeitsskala der Photismen. Aus der subjektiven Beschreibung der Ph. ergibt sich, daß das Hell-Dunkel eine wichtige Rolle spielt. Dieses Element muß also gesondert untersucht werden. Da bei Blinden eine direkte Messung ausscheidet, ist man auf subjektive Vergleichsurteile von einem Ph. zum anderen angewiesen, indem a) Töne experimentell dargeboten, b) die Eigen-Ph. der Töne ohne äußeren Eindruck rein subjektiv in bezug auf ihren Helligkeitswert abgewogen und beurteilt werden. Unter Anwendung beider Methoden ergab sich die in Fig. 1 dargestellte Reihenfolge der Helligkeits- bzw.

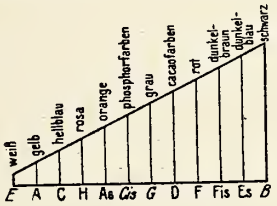

Fig. 1: Anstieg der Dunkelheitswerte der Photismen im subjektiven Vergleich.

Dunkelheitswerte der Ph. Es wurde auch untersucht, ob sich für die jeweils zwischen zwei Ph. bestehenden Helligkeitsunterschiede von Fall zu Fall graduelle Differenzen auffinden lassen, wobei die Differenz der Ph. c^2—h^1 als Maßstab zugrunde gelegt wurde. Wegen der Unsicherheit der Urteile über die Größenunterschiede in den Helligkeitsdifferenzen wurde jedoch vorgezogen, jedem Ph. in bezug auf seine Helligkeit bzw. Dunkelheit denjenigen Zahlenwert zu belassen, der seiner Stelle in der Reihenfolge von Hell nach Dunkel entspricht, also die Werte 1, 2, 3 usw.

Die so gewonnene Rangfolge der Dunkelheitswerte weist ein auffälliges harmonisches Prinzip auf. Es zeigt sich nämlich, daß die beiden Enden einen Tritonus repräsentieren, und zwar E—B. Das Analoge ergibt sich, wenn man von den beiden Enden der Reihe nun symmetrisch zur Mitte fortschreitet. Dann ergeben sich die weiteren Tritonuspaare A—Es, C—Fis, H—F, As—D und Cis—G, eine Reihenfolge, die sich schon aus der subjektiven Feststellung der Gegensätze in bezug auf Farbenqualität ergab. Die Annahme ist also begründet, daß in den Ph. ein innerer Zusammenhang zwischen Farbenqualität und Helligkeit besteht. Das gilt aber in doppeltem Sinne nur relativ, denn a) sind die Helligkeitswerte durch gegenseitigen Vergleich bestimmt worden, b) gilt diese Gesetzlichkeit nicht von Farbqualitäten und Helligkeiten absolut, sondern nur von dem Verhältnis der Farbenpaare im Sinne des musikalischen Tritonus.

Die Helligkeitsskala besagt ferner folgendes: a) Die äußersten Ränder werden durch die beiden unbunten Ph. E (weiß) und B (schwarz) gebildet. In der Mitte sind wieder zwei unbunte, nämlich Cis und G. Dadurch entstehen links und rechts von der Mitte von unbunten eingeschlossen zwei Gruppen von je vier bunten Ph., und zwar liegen nach dem Rande hin am dunklen Ende zuerst Blau (Es) und Orange (Fis), am hellen zuerst Gelb (A) und Blau (C). Nach der Mitte zu liegen beiderseits je zwei rötliche Ph., auf der dunkleren Seite Ziegelrot (F) und Kakaofarben (D), auf der helleren Milchig-Rosa (H) und Orange (As). Aus dieser Anordnung ergibt sich, daß je größer die Helligkeitsdifferenzen in den Ph. eines Tritonus sind, um so stärker die farbliche Gegensätzlichkeit hervortritt, und zwar im Sinne des Blau-Gelb, daß aber, je geringer sie wird, um so geringer die farbliche Gegensätzlichkeit, und zwar im Sinne des Überwiegens des rötlichen Elementes ausfällt. Betrachtet man die Skala rein musikalisch-harmonisch von der Mitte aus symmetrisch, so steht in der Mitte der Tritonus Cis—G. Es folgen links Cis—As, rechts G—D als Verhältnis der Dominante. Weiter folgen links As—H, rechts D—F, beides kleine Terzenfälle. Sodann kommen links H—C, rechts F—Fis als kleiner Sekundenfall, weiter links C—A, rechts Fis—Es als kleiner Terzenanstieg, endlich links A—E, rechts Es—B wieder als Dominanten. Die Ränder beschließt der Tritonus E—B.

Die Reihe enthält noch ein weiteres harmonisches Prinzip,

indem die drei in unserer Musik speziell seit Beethoven häufig verwendeten schwebenden Vierklänge (gewöhnlich „verminderte Septakkorde" genannt) heraustreten. Es ordnen sich nämlich die zwei mittleren und die zwei am Rande liegenden unbunten Ph. zusammen zum Vierklang Cis—E—G—B, die zweimal zwei dann folgenden zu D—F—As—H und die dann folgenden zwei Paare zu C—Es—Fis—A. Diese drei Gruppen, die musikalisch drei analoge Gestalten bilden, treten uns in bezug auf ihre photismatische Natur als ausgeprägte Typen entgegen. Cis—E—G—B ist von diesen Vierklängen der eigentlich unbunte, da schon jedes seiner Elemente unbunt ist und somit auch das Ganze, würde man es farblich gemischt denken, Unbunt ergibt. Der Vierklang C—Es—Fis—A enthält die beiden Paare größter farblicher Gegensätze (blau-gelb); während aber die einzelnen Elemente in ihm bunt sind, ergibt die Mischung fast neutrales Grau. Der Vierklang D—F—As—H endlich enthält nur die rötlichen Ph.; in ihm befinden sich die beiden „Ausfall-Ph." von H und D. Er enthält also nicht nur bunte, sondern farblich verwandte Elemente und ergibt in der Mischung das rötlich-braune Residuum.

Geht man von der Annahme aus, daß in der Skala der Ph. eine Gesetzlichkeit herrscht, die hinsichtlich der Farblichkeit in dem Septimenumfang von F bis Es zum Ausdruck kommt (spektroïde) Anordnung), so liegt es jetzt schon wegen der Wahrscheinlichkeit eines näheren Zusammenhanges zwischen Farbqualität und Helligkeit nahe, die Werte der letzteren nach dem chromatischen Prinzip auf der Basis F zu untersuchen. Trägt man demzufolge die Dunkelheitswerte als Ordinaten auf den einzelnen Stufen einer chromatischen F-Septime auf, unterscheidet man gleichzeitig die acht bunten von den vier unbunten Ph. und ergänzt man an beiden Enden der Skala das E, wodurch sich also eine vollständige Oktave von E bis E ergibt, so erhält man das Bild der Fig. 2. Es zeigt sich, daß in bezug auf Hell-

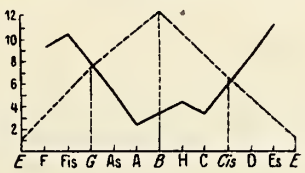

Fig. 2: Chromatische Verteilung der Dunkelheitswerte nach Bunten (——) und Unbunten (- - - -).

Dunkel die unbunten Ph. im Gegensatz zu den bunten einer Eigengesetzlichkeit folgen. Die Bilder beider Verlaufskurven sind nämlich genau gegensätzlich. Wo die bunten ihre größte Helligkeit haben (Mitte), weisen die unbunten die höchsten Dunkelheitswerte auf; analog an den Rändern[1]). Auffällig ist aber vor allem, daß die Verteilung der Helligkeiten Annäherung an die Verteilung der Helligkeiten im normalen Spektrum bei mittlerer Lichtstärke zeigt. Die Ränder sind auf beiden Seiten dunkler, der hellste Punkt ist nach links verschoben und fällt auf das A-Ph. (Gelb). Die sonst ziemlich gleichmäßige Kurve der bunten Ph. wird durch das H-Ph. etwas unterbrochen, was mit dessen „Ausfallscharakter" zusammenhängen mag.

Berechnet man die Dunkelheitswerte der bunten Ph. auf der linken und rechten Hälfte gesondert, so ergibt sich links (F—Fis—As—H) ebenso wie rechts (H—C—D—Es) der gleiche Wert 26. Die gleiche Symmetrie dürfte auch von den unbunten approximativ gelten, da die Helligkeitsdifferenz zwischen G und Cis subjektiv als ganz gering angegeben und nur aus den erwähnten methodischen Gründen als 1 angesetzt wurde. Daraus ergibt sich, daß das schwarze Ph. des B die Rolle eines Gleichgewichtspunktes spielt, um den sich die anderen Werte nicht der Anordnung, wohl aber der Gesamtwertigkeit nach gleichmäßig gruppieren. Dies gilt aber nur von den Werten der Helligkeit, nicht, wie noch zu zeigen ist, von denen der Farblichkeit.

Ordnet man die Dunkelheitswerte nach dem anderen in der Musik neben der Chromatik herrschenden Prinzip, nämlich harmonisch, so ergibt sich das Bild der Fig. 3. Es tritt hier,

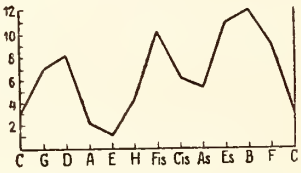

Fig. 3: Harmonische Verteilung der Dunkelheitswerte.

1) Das schwarze B steht außerdem gerade neben dem hellen A (Gelb). Schwarz und Gelb stellen für das gewöhnliche Sehen noch stärkere Gegensätze dar als Schwarz und Weiß. Vgl. dazu Engel-Hardt, Farbenklänge und Farbenharmonien, Leipzig 1924, Tafel 7. Analog steht das dunkelblaue Es neben dem weißen E. Diese Farben bilden den nächststärksten Kontrast für das Sehen.

in der Aufrollung des Quintenzirkels der temperierten Stimmung, eine neue Gesetzlichkeit hervor. Dreimal fällt die Verlaufskurve auf einen Tiefpunkt, was Stellen relativer Helligkeit entspricht (bei C, E und As), ebenso oft erhebt sie sich zu Punkten größter relativer Dunkelheit (bei D, Fis und B). Diese hervorragenden Punkte repräsentieren, während die Farblichkeit die drei schwebenden Vierklänge heraustreten ließ, ihrerseits die schwebenden Dreiklänge. Die zwei erwähnten von diesen erscheinen als durch die genannten je drei Punkte ausgezeichnet, in diesem Sinne als primär. Die beiden anderen (G—H—Es und A—Cis—F) liegen auf einem jedesmaligen Anstieg bzw. Abfall und sind in diesem Sinne sekundär[1]).

Zur Darstellung des hier herrschenden Prinzips der Dunkelheitsverteilung kann man auch den Gedanken des jedesmaligen graduellen Lichtanstiegs zugrunde legen und die vier in unserer Musik möglichen schwebenden Dreiklänge anordnen, wie es in Fig. 4 geschehen ist. Hierbei ergibt sich der spezielle harmo-

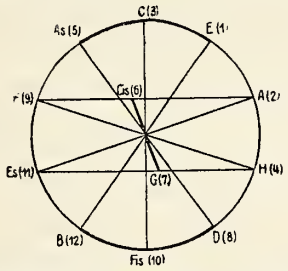

Fig. 4: Die vier schwebenden Dreiklänge als Repräsentanten korrespondierender Verteilung der Hell-Dunkel-Werte.

nische Zusammenhang. Bezeichnet man die harmonische Bewegung in unserem Quintenzirkel, welche von C nach F, B usw. geht, als fallend, die umgekehrte, von C nach G, D usw. als steigend und verbindet man jedesmal mit einer Anordnung der

1) Hier fällt folgendes auf: a) D, Fis und B sind diejenigen Töne, die hinsichtlich ihrer auf C bezogenen akustischen Schwingungszahlen doppeldeutig werden. So kann z. B. D als 9/8 oder als 10/9 von C statuiert werden, während außer C noch E und As von solchen Punkten jedesmal am weitesten im Quintenzirkel entfernt liegen. b) Zählt man die in sämtlichen reinen Klavierwerken Chopins verwendeten Dur-Tonarten und ordnet sie nach ihrer Häufigim Quintenzirkel ein, so erhalten C, E und As mit 13, 10 und 18 hervortretende relative Maximalwerte. Es scheint also, daß aus einem künstlerischen Instinkt heraus diese Punkte bevorzugt werden.

vier übermäßigen Dreiklänge das Prinzip des Helligkeitsanstiegs, so ergibt sich:

1. As—C—E — steigend
2. F—Cis—A — fallend
3. Es—G—H — steigend
4. B—Fis—D — fallend.

Es besteht also in den Ph. eine innere Gesetzlichkeit, die sich in der Helligkeitsverteilung offenbart und die eine Parallelerscheinung in der Verteilung des Kräftespiels aufweist, die in dem abwechselnden Charakter des Steigens und Fallens hervortritt. Fall 1 und 3 nämlich enthalten einen doppelten Anstieg der großen Terz, Fall 2 und 4 denselben doppelten Abfall. Da nicht nur der Synoptiker, sondern jeder Musikalische steigende und fallende Harmonien voneinander meist sehr genau nach graduellen und quantitativen Unterschieden zu erkennen vermag, so besteht also zwischen den allgemeinen feineren Fähigkeiten des musikalischen Hörens bzw. den Prinzipien, welche musikalische Meisterwerke mitbedingen, und den in der Helligkeitsverteilung der Ph. im vorliegenden Falle zutage tretenden Gesetzen eine nahe Beziehung.

Auch die Gegensätzlichkeit des Tritonus E—B usw. tritt wieder aus dem Bild der Fig. 4 hervor. Ebenso erscheint in ihr die geringe Helligkeitsdifferenz Cis—G, die beide nicht auf die Linie C—Fis fallen dürfen. Auffällig ist, daß die Töne der linken Seite (As—F—Es—B) die harmonische Umkehrung der entsprechenden rechten Figur (E—A—H—D) in der Tonart des Tritonus ergeben, oder daß sie, wenn man die linke Gruppe von unten nach oben, die rechte von oben nach unten liest, in jedem Fall einen Septakkord (mit der Basis B und E) bilden, in welchem Es bzw. A als Vorhalt aufzufassen ist. Dieser relativ einfachen Form der beiden Ränder gegenüber erscheint die mittlere Gruppe (C—Cis—G—Fis) als komplizierter, indem sowohl die Enden (C—Fis) als auch die Mitte (Cis—G) jedesmal ein Tritonus sind, wodurch bei C—Cis wie bei Fis—G die kleine Sekunde entsteht. Harmonisch sind die so entstehenden Schritte erheblich größer als die entsprechenden der Randgruppen, wo nur die Quarte, die große Sekunde und die kleine Terz vertreten sind.

Aus der Unterscheidung der Ph. in bunte und unbunte kann man unter Auslassung der letzteren eine musikalische Skala ableiten, die aus den Tönen F—Fis—As—A—H—C—D—Es be-

steht. Diese Skala umfaßt nur eine Septime. Sie charakterisiert sich dadurch, daß jedesmal ein Halbton- mit einem Ganztonschritt abwechselt und daß sie sich, wenn man F als Basis gelten läßt, aus zwei Tetrachorden zusammensetzt, die durch das schwarze B-Ph. voneinander getrennt sind. Versuchsweise wurden unter Zugrundelegung dieser Skala linienhafte Formen gebildet und Fachmusikern, darunter auch Herrn D., zur Beurteilung ihrer Verwendbarkeit und ihres Ausdrucksgehalts unterbreitet. Sie wurden durchgehend als originell, exotisch und melancholisch bezeichnet.

Das Helligkeitsprinzip im Zusammenhalt mit der aus der fast spektralen Anordnung der Helligkeitswerte sich ergebenden Verteilung gestattet Parallelen mit der Charakteristik der musikalischen Skalen. Nimmt man an, daß die F-Skala im Sinne der Septime über F bei Herrn D. eine Grundskala bedeutet, worauf die spektroïde Ordnung der Farben hinweist, so spricht nun auch die spektrale Helligkeitsverteilung im gleichen Sinne. Eine solche Helligkeitsverteilung ergibt sich auch schon, wenn man aus der F-Skala nur die den Septakkord bildenden Elemente herausgreift, also die Ph. des Akkordes F—A—C—Es. Diese haben die Dunkelheitswerte 9—2—3—11. Analog finden wir in der C-Skala für den Akkord C—E—G—B die Werte 3—1—7—12. Endlich ergibt sich in der G-Skala für G—H—D—F 7—4—8—9. In der F-Skala kommt das Prinzip am deutlichsten zum Ausdruck, in der C-Skala etwas weniger und in der G-Skala noch weniger deutlich. In den übrigen neun Tonskalen unserer Musik findet sich eine solche Verteilung nicht wieder. Dieser Umstand gibt zu folgender Hypothese Anlaß: In den Ph. des Herrn D. bilden die F-, die C- und die G- die drei Grundskalen, während die anderen als abgeleitete oder solche höherer Ordnung erscheinen. Zu dem gleichen Ergebnis kommt man, wenn an die Stelle der Septakkorde die verminderten Septakkorde (schwebende Vierklänge) gesetzt werden. Aus den genannten Septakkorden werden dann die drei schwebenden Vierklänge Fis—A—C—Es, Cis—E—G—B und As—H—D—F, also in bezug auf die Ph. die Repräsentanten a) des Elementes der farblichen Gegensätze (Blau-Gelb), b) des Hell-Dunkel, und c) des rötlich-braunen Residuums. Diese drei schwebenden Vierklänge verkörpern in sich wieder den Abriß der spektralen Helligkeitsverteilung in den Zahlen a) 10—2—3—11, b) 6—1—7—12 und c) 5—4—8—9. Auch auf diese einge-

engte harmonische Form übertragen findet sich kein analoges Bild innerhalb der anderen neun temperierten Tonskalen unserer Musik.

5. Farbwertskala der Photismen. Analog der Feststellung der Rangfolge der Helligkeits- bzw. Dunkelheitswerte kann eine solche der Farbwerte oder Sättigungsgrade vollzogen werden. Die auf solche Weise gewonnene Skala von der mattesten zur sattesten Farbe lautet: H, C, Es, D, F, As, Fis, A. Aus dieser Folge ergibt sich, daß die beiden Orange-Werte nebst Gelb und Rot in das Gebiet größerer, die beiden Blauwerte nebst denen der beiden Ausfall-Ph. H und D in das geringerer Sättigung fallen. Das rötlich-braune Element überwiegt also nicht nur hinsichtlich der Zahl der es vertretenden, sondern auch in der Wertigkeit der einzelnen Ph.

Bringt man in der Rangfolge der Farbwerte die Dunkelheitswerte als Ordinaten zur Darstellung, so ergibt sich, wie Fig. 5 erweist, zweimal ein anologer Verlauf, einmal im Bereich der vier matteren, einmal in dem der vier satteren Farben. In dieser Skala scheint also zwischen D und F wieder ein latentes Aufteilungsprinzip zu herrschen.

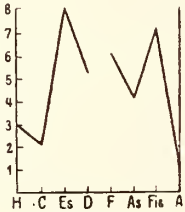

Fig. 5.

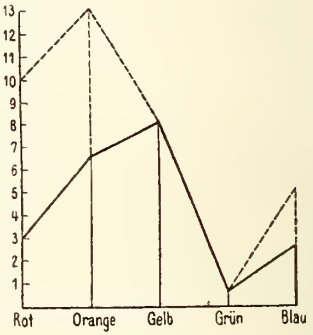

Fig. 6.

Fig. 5: Dunkelheitswerte in Farbwertsfolge.

Fig. 6: Durchschnittliche Farbwerte pro Photisma für Grundfarben des Spektrums (——). — Gesamte Farbwerte in allen Photismen für Grundfarben des Spektrums (- - - -).

In Fig. 6 sind die Werte, welche auf einzelne Grundfarben des Spektrums entfallen, in doppeltem Sinne enthalten. Das Bild ergibt sich, indem a) die durchschnittlichen Werte der spektralen Grundfarben berechnet, b) alle Werte für rote, orangene usw. Ph. addiert wurden. Man ersieht, daß im zweiten Falle die Werte für Rot und Orange noch erheblich höher aus-

fallen. Ferner tritt der fast völlige Ausfall des Grün hervor, das aus seinen im C- und Cis-Ph. enthaltenen minimalen Resten schätzungsweise ergänzt wurde.

Die chromatische Anordnung der Farbwerte ergibt das Bild der Fig. 7. Es zeigt sich ein fast stetiger Anstieg von H nach A, also wieder der Umfang einer Septime. Auffälligerweise beginnt dieser Verlauf nicht, wie die spektrale Ordnung der Farben, bei F, sondern bei dessen Tritonus H. Indem der Anstieg nach B anfängt bzw. vor B aufhört, tritt hier wieder, wenn auch in anderer Bedeutung, die aufteilende Funktion dieses Ph. hervor. In anderen rein musikalischen Zusammenhängen bezeichnete Herr D. den Charakter des Tones B als den eines „Eckpfeilers".

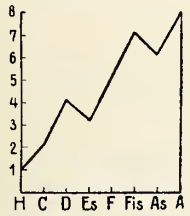

Fig. 7.

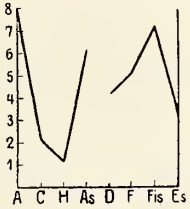

Fig. 8.

Fig. 7: Chromatische Verteilung der Farbwerte (H-Septime).
Fig. 8: Farbwerte in Dunkelheitsfolge.

Die Beziehung zwischen Farb- und Dunkelheitswert tritt noch deutlicher hervor, wenn die Farbwerte nach fortscheitender Dunkelheit geordnet werden, wie Fig. 8 zeigt. Hier macht sich wieder das in der Dunkelheitsfolge herrschende Prinzip der symmetrischen Anordnung der Tritonus-Ph. und das in jener Skala zwischen Cis und G anzunehmende latente Aufteilungsgesetz geltend. Es entstehen nämlich in den beiden auf A—C—H—As und D—F—Fis—Es entfallenden Kurven fast komplementäre Bilder, wobei aber dieser komplementäre Charakter von beiden Seiten nach der Mitte zu in dem Grade abnimmt, als auch die entsprechenden Tritonus-Paare a) an Helligkeits-, b) an Farbqualitätsdifferenz abnehmen.

Es liegt nahe, diese eigentümliche Beziehung zwischen Helligkeit und Farbwert zu verfolgen. Geht man auf Grund der Helligkeitsskala von der abnehmenden Differenz der Tritonuswerte aus, so ergibt sich für sämtliche Gegensatzpaare ein regelmäßiger arithmetischer Abfall, also $B - E = 11$, $Es - A = 9$, $Fis - C = 7$, $F - H = 5$, $- As = 3$, $G - Cis = 1$. Damit aber

für die nur aus acht Elementen bestehende Reihe der Farbwerte eine gleiche Basis geschaffen wird, empfiehlt es sich, zu diesem Zwecke aus der Helligkeitsskala nur die acht Bunten zu nehmen und ihnen die Dunkelheitswerte von 1 bis 8 zu geben. Dadurch ergibt sich Es – A = 7, Fis – C = 5, F – H = 3, D – As = 1.

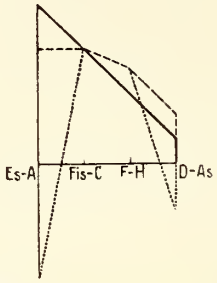

Fig. 9: Differenzen der Dunkelheitswerte im Tritonus (——), desgleichen der Farbwerte mit (.....) und ohne (- - - -) Rücksicht auf das Vorzeichen.

Dieser arithmetische Abfall liegt der Fig. 9 zugrunde, indem gleichzeitig die entsprechenden Farbwertdifferenzen eingetragen sind, und zwar a) ohne, b) mit Berücksichtigung des Vorzeichens. Dieses Ergebnis bedeutet: Die Differenzen der Helligkeits- bzw. Dunkelheitswerte der Ph. steigen mit denen der entsprechenden Farbwerte nach einer bestimmten Gesetzlichkeit.

Ferner ergibt sich folgendes: a) Es stehen jedesmal die beiden Tritonuspaare zusammen, die den schwebenden Vierklang Fis—A—C—Es und As—H—D—F bilden. Das dritte Tritonuspaar würde diese beiden wieder umfassen, wenn es mit in Frage käme; links wäre der unbunte Gegensatz B—E, rechts derjenige aufweisen. Das letztere mag wieder im Zusammenhang fällt mit der Helligkeitsdifferenz zusammen. c) Indem bei Berüchsichtigung der Vorzeichen C—Fis den umgekehrten Wert von Es—A bekommt, deutet dies auf die komplementäre Zusammengehörigkeit beider, während demgegenüber F—H und D—As in ihren Werten keine gegenseitige Umkehrung aufweisen. Das letztere mag wieder im Zusammenhang mit der Ausfallsnatur von H und D und mit dem Umstand stehen, daß die beiden Paare F—H und D—As das rötlichbraune Residuum enthalten. d) Die beiden mittleren Tritonusdifferenzen Fis—C und F—H liegen jedesmal um einen Halbton auseinander, ebenso die beiden folgenden Es—A und D—As.

Dagegen würden die am Rande hinzuzudenkenden B—E und G—Cis um eine kleine Terz auseinander liegen. e) Die Farbwertdifferenz F—H überschreitet als einzige die Linie des Abfalls der Helligkeitsdifferenzen. Der Tritonus F—H wurde von Herrn D. bei andersartigen, rein musikalischen Versuchen subjektiv stets als besonders eigenartig im Gegensatz zu den übrigen analogen Tritoni bezeichnet. f) Die linke Hälfte des Kurvenbildes verkörpert das farbige Element Blau-Gelb, die rechte dagegen enthält das rötlich-braune Residuum, in welchem das Grün ausfällt. Das Blau-Gelb-Prinzip liegt somit wieder in der Region der größten Helligkeitsgegensätze, während die rötlich-braunen Farben dahin fallen, wo die Helligkeitsdifferenzen geringer sind.

Es zeigt sich also, daß die Verteilung der Farbwerte nach komplizierteren Gesetzen erfolgt als die des Hell-Dunkel. Ferner erscheinen die Farbwerte schon ohne Rücksicht auf die zugehörige Farbqualität von den Verteilungen des Hell-Dunkel abhängig. Endlich besteht ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Farbqualität und dem Farbwert.

Die wesentlich kompliziertere Gestaltung von Farbqualität und Farbwert erhellt auch, wenn man innerhalb der F-Skala analog dem oben angegebenen Verfahren die Summe der Farbwerte in den beiden bunten Tetrachorden vergleicht. Es ergibt sich nämlich für den ersten Tetrachord F—Fis—As—A der Gesamtwert 26, für den zweiten H—C—D—Es nur 10. Dagegen ist wieder eine annähernd symmetrische Verteilung bei Anordnung im Sinne der Helligkeitsskala (Fig. 8) feststellbar, indem die linke Hälfte den Wert 17, die rechte den Wert 19 ergibt, woraus sich zeigt, daß zunehmende Dunkelheit als solche summa summarum ohne Einfluß auf die Sättigung der Ph.-Farben ist. Wenn also im vorstehenden ein Einfluß des Hell-Dunkel auf die Sättigung nachgewiesen wurde, so gilt das nur innerhalb der Beziehungen des Fortschritts im Anstieg der Dunkelheitswerte. Im Gegensatz zu diesen Feststellungen ergibt sich nun, wenn man die Farbwerte in Beziehung zum harmonischen Prinzip (Quintenzirkel) bringt, daß eine analoge Gesetzlichkeit nicht besteht. Dieser Punkt kann daher unerörtert bleiben.

6. Verhältnis der Photismen zu Grundfarben des Spektrums. Die Ph. sind farbliche Mischgebilde a) weil sie überwiegend mit Hell-Dunkel durchsetzt sind, b) weil sie

ebenso vom Grundfarbencharakter abweichen. Z. B. ist das H-Ph. stark weißlich, das Es-Ph. stark schwärzlich, das C-Ph. etwas grünlich usw. Werden nun die acht bunten Ph. in bezug auf ihre Abweichung von einer Grundfarbe des Spektrums verglichen, so sieht man, daß analog der Farbwertskala eine Rangfolge von A nach H oder umgekehrt aufstellbar ist. Fig. 10

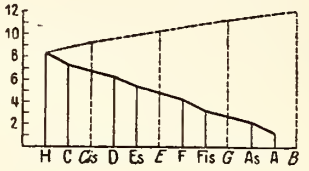

Fig. 10: Anstieg der Abweichung vom Charakter einer „Grundfarbe".

zeigt, daß diese Rangfolge ganz ohne Unterbrechung innerhalb jener Septime verläuft. Versucht man, noch die vier unbunten Ph. einzuordnen, so kann das in der angedeuteten Weise geschehen. Dem H würde sich zunächst das Cis als minimale Farbreste enthaltend anschließen. Den Charakter der drei restlichen unbunten Ph. kann man indirekt aus dem unten zu besprechenden Alterationsversuch ergänzen (Tab. 1[1])). Es würde sich zuerst E, dann G und zuletzt B anschließen, so daß sich ein ganz gleichmäßiger Verlauf von A nach H und zurück über Cis nach B ergibt. Auch hier tritt die oben erwähnte Rolle des B-Ph. hervor.

7. Spezieller Charakter der Photismenfarben. Soweit in früheren Arbeiten Angaben über die besondere Charakteristik der Ph. und ihrer Farbigkeit gemacht werden, findet sich oft die Bemerkung, daß es sich um flächenhafte Gebilde handle. Im Falle D tritt aber nicht nur Raumcharakter der Ph. auf, sondern diese erhalten noch eine Reihe besonderer Attribute. Das trat durch zufällige spontane Äußerungen auf wie die, die Cis-Farbe sei „zart", die D-Farbe „stumpf" usw. Als daraufhin das subjektive Interesse diesen Eigenschaften der Ph. zugewendet wurde, ergab sich, daß in bezug auf diese besonderen Merkmale keine alle Elemente einschließende Skala aufzustellen war. Die Cis-Farbe z. B. ist hinsichtlich der „Zartheit" unvergleichlich mit der Farbe von G oder Fis. Durch Beachtung

1) Nach dieser Tab. tritt beim Alterationsversuch für Cis 16, E 11, G 7 und B 0 mal eine bunte Farbenqualität auf.

dieser Momente und ein sofort aufgenommenes Protokoll, dem keinerlei besondere Reflexion vorangehen konnte, ergaben sich (jedesmal aufsteigend zur stärksten Ausgeprägtheit des betreffenden Charakters) vier Gruppen von je drei Ph.:

Durchsichtigkeit	Zartheit	Stumpfheit	Glanz
1. A	F	G	B
2. E	As	H	Fis
3. C	Cis	D	Es

Es soll außer Betracht bleiben, was mit diesen Bezeichnungen genau gemeint ist, und vorausgesetzt werden, daß die Ph. irgendwelche besonderen Eigenschaften besitzen, die jene Namensgebung veranlassen. Gibt man nun entsprechend der obigen Methode jedem Ph. den einfachen Zahlenwert seines Platzes in der Vergleichsfolge und ordnet es harmonisch in den Aufriß des Quintenzirkels, so ergibt sich das Bild der Fig. 11.

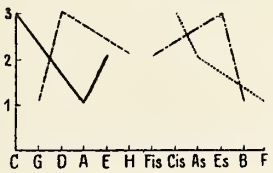

Fig. 11: Charakter der Photismen, harmonisch.

Es bilden sich zwei Gruppen, die eine im Bereich der ♯-, die andere in dem der b-Tonarten. Man liest die entstehenden Gruppen zweckmäßig von rechts nach links und erhält 1. F—As—Cis, den Sextakkord von Cis-Dur, 2. B—Es—Fis, den Quartsextakkord von Es-Moll, 3. H—D—G, den Sextakkord von G-Dur, 4. E—A—C, den Quartsextakkord von A-Moll. Es entstehen also zwei Dur- und zwei Moll-Akkorde, und zwar stehen 1 und 3 ebenso wie 2 und 4 im harmonischen Verhältnis des Tritonus.

Ordnet man die Werte chromatisch, indem man das Bild jedesmal vollständig gestaltet, d. i. bis auf die jeweiligen Maximal- bzw. Minimalwerte der vier einzelnen Qualitäten ergänzt, so entstehen die beiden in Fig. 12 und 13 dargestellten Systeme, die eine eigenartige Anordnung zeigen. Dort erhalten wir ein Bild, das in der Tiefe auf C, hier ein solches, das auf F basiert. Der Umfang der zur Vollständigkeit benötigten Töne beträgt dort eine None, hier eine Undezime. In beiden Fällen scheint aus einer ideellen Mitte heraus ein die Farbencharaktere be-

dingendes Prinzip auszugehen. Diese beiden Punkte würden zwischen Cis und D sowie zwischen G und As zu suchen sein. In der auf F basierenden Fig. 13 liegen die vier Maximalwerte dieser besonderen Charakteristika der Ph. dicht zusammen, näm-

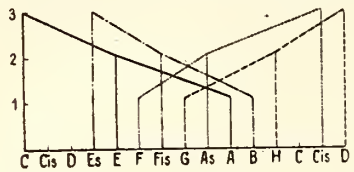

Fig. 12.

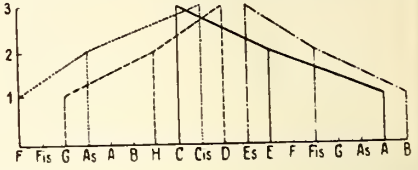

Fig. 13.

Fig. 12: Charakter der Photismen, chromatisch, Maximalwerte an den Rändern.
Fig. 13: Charakter der Photismen, chromatisch, Maximalwerte in der Mitte.

lich bei C—Cis—D—Es. Auffällig ist auch, daß vom linken Ende bei F bis zum Einschluß des vierten Maximalwertes der Intervallumfang wieder die Septime ist, die uns aus der spektroïden Ordnung der Ph. entgegentrat (F—Es), während analog von rechts ausgehend bis zum letzten Maximalwert bei C sich, nur in Umkehrung, die Septime B—C zeigt.

Während eine Anordnung nach dem Prinzip des Farbwertes nichts Auffälliges zeigt, ergibt eine Verbindung mit dem Helligkeitsanstieg wieder ein systematisches Bild. Aus Fig. 14 erhellt,

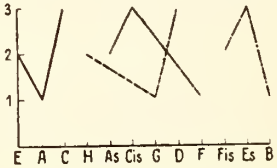

Fig. 14: Charakter der Photismen nach Anstieg der Dunkelheitswerte.

daß die Cis-Dur- und die G-Dur-Figur in anderen Formen ineinander geschachtelt sind, während die beiden Moll-Figuren ebenfalls in anderer Gestalt an den Rändern stehen. Der Einfluß des Hell-Dunkel auf die Bildung des besonderen Charakters ist also unverkennbar.

Setzt man, wie schon oben bei Aufteilung aller bunten Ph. in zwei Tetrachorde mit E und B als trennenden Prinzipien geschehen, voraus, daß die ganze chromatische Skala in zwei Teile zerfällt, nimmt man weiter an, daß bei der besonderen Charakteristik der Farben auch die unbunten einzuschließen sind, so zeigt sich, daß auf beiden Seiten, also von E bis A und von B

bis Es einschließlich die Summe sämtlicher Werte gleich ist. Sie beträgt in jedem Falle 15. Vermutlich liegt also eine Funktion zugrunde, die sich summa summarum in beiden Skalenhälften in gleicher Weise auswirkt. Diese Funktion wird mit dem Prinzip Hell-Dunkel in Zusammenhang stehen, da oben gefunden wurde, daß a) die Dunkelheitswerte der Bunten auf beiden Seiten von B den gleichen Gesamtwert ergeben, b) die Anordnung nach dem Hell-Dunkel-Prinzip das typische Bild der Fig. 12 ergibt, während Anordnung nach Farbwert in diesem Falle nichts Beachtenswertes zeigte und oben die Verteilung der Farbwerte in den beiden Hälften der chromatischen Skala auf der Basis F ganz verschieden war (26 und 10).

8. Ästhetischer Wert der Photismen und Töne. Der Charakter der Ph. wird nicht als neutral, sondern ausdrücklich als „schön" bezeichnet. Herr D. spricht auch von „wertvollen" Farben oder Tönen. Verfolgt man diese Erscheinung, so läßt sich eine Wertskala der Ph. aufstellen. Obwohl aber sonst die Ph. eine Einheit mit den Tönen bilden, kann bezüglich des Wertes zwischen Farbe und Ton unterschieden werden. Fig. 15 bringt diese Wertfolge der Ph. zum Ausdruck,

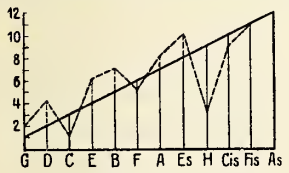

Fig. 15.

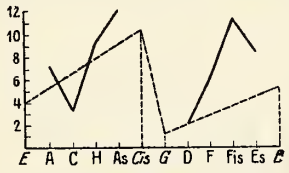

Fig. 16.

Fig. 15: Anstieg des ästhetischen Wertes der Photismen (——) mit gleichzeitiger Angabe des akustisch-ästhetischen Wertes der Töne (- - - -).

Fig. 16: Ästhetische Werte der Photismen im Anstieg der Dunkelheitswerte.

indem gleichzeitig die akustischen Werte der Töne eingezeichnet sind. Bis auf die vier Fälle G, D, C und H ist keine wesentliche Abweichung vorhanden. Es befinden sich auch hier unter den abweichenden Elementen D und H, die immer wieder eine Sonderrolle spielen. Daß klangliches und optisches Wohlgefallen auseinanderfallen können, wurde auch von Bleuler[1]) bemerkt.

Fig. 16 zeigt das Verhältnis der farblichen Wertfolge zum Dunkelheitsanstieg. Der komplementäre Charakter der beiden Hälften springt in die Augen. Das Bild erinnert an das der

1) a. a. O. S. 33.

Fig. 8, die das Verhältnis der Sättigungswerte zum Dunkelheitsanstieg darstellt. Während aber dort, bedingt durch die nach der Mitte des Systems hin abnehmende Differenz in der Farbqualität eine Abweichung von den symmetrischen Entsprechungen zu bemerken ist, tritt hier eine solche zurück. Addiert man allerdings die zugehörigen Werte des Tritonus, so ergibt sich nicht die exakte Koïnzidenz wie bei den Hell-Dunkel-Werten.

Während die farbliche Wertfolge der Ph. zur Chromatik keine Beziehung aufweist, ergibt sich das Gegenteil aus der harmonischen Anordnung der Fig. 17. Es zeigt sich nämlich, daß die bunten Ph. von D als einem ästhetischen Tiefpunkt kontinuierlich ansteigen bis zu seinem Tritonus As, worauf sie kontinuierlich, wenn auch nicht symmetrisch abfallen. Den gleichen Verlauf nehmen die unbunten Ph., die von G bis Cis ansteigen und dann über B herabsinken. Da hier bunte und unbunte Ph. der gleichen Gesetzlichkeit folgen, andererseits aber die farbliche chromatische Folge der ästhetischen Werte einen gewissen Widerspruch zum Verlauf der Hell-Dunkel-Kurve zeigt, ist anzunehmen, daß der Schönheitswert der Ph. mit dem Hell-Dunkel einen noch unbekannten inneren Zusammenhang besitzt.

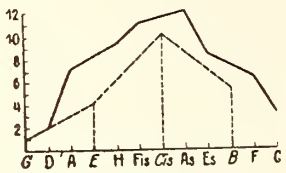

Fig. 17.

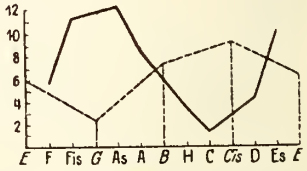

Fig. 18.

Fig. 17: Ästhetische Werte der Photismen, harmonisch.
Fig. 18: Ästhetische Werte der Töne, rein akustisch, chromatisch.

Der akustische Wert tritt, wie alle Versuche einer Beziehungsherstellung zu anderen Systemen zeigen, an Bedeutung zurück. Nur in bezug auf die Chromatik der Töne in der F-Skala zeigt sich die in Fig. 18 zum Ausdruck kommende starke Gegensätzlichkeit der bunten und unbunten Ph. In der Region nämlich, wo die mit bunten Ph. behafteten Töne ihre höchsten Werte erreichen, sinken die Töne mit unbunten jedesmal auf ein Minimum herab und umgekehrt. Es zeigt sich sogar, daß je höher das Maximum der einen, desto tiefer das der anderen Gruppe (bei As—G), und daß, je schwächer das Überwiegen der

Werte der einen, desto schwächer auch das relative Zurücktreten der anderen Gruppe ausfällt. Die Stelle bei B scheint auch hier die Rolle des trennenden Prinzips zu übernehmen.

9. „Schwere" der Töne. Der ästhetische Wert der Ph. und der Töne stellt scheinbar das einzige Element dar, bei welchem subjektiv zwischen der optischen und der akustischen Seite unterschieden werden kann. Das ist nicht mehr der Fall bei weiteren Eigenschaften, die sich zuerst durch gelegentliche Bemerkungen vermuten ließen und deren Vorhandensein dann in der Analyse nachgewiesen werden konnte. Sie werden auch sonst von Musikern in bezug auf musikalische Elemente behauptet. Zu diesen Eigenschaften gehört die „Schwere" der Ton-Ph. Es wurde nämlich der Ton B als besonders schwer, C als besonders leicht bezeichnet. Bei näherem Nachprüfen ergab sich, daß folgende Rangskala aufzustellen ist: C, A, E, Cis, G, D, H, As, F, Fis, Es, B.

Bringt man die aus dieser Folge resultierenden Werte in ein chromatisches und in ein harmonisches System, so ergeben sich die Bilder der Fig. 19 und 20. Beide erinnern an die chro-

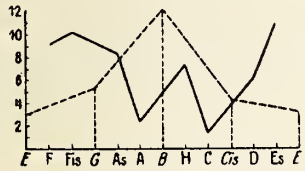

Fig. 19.

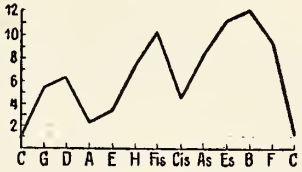

Fig. 20.

Fig. 19: Schwere-Werte der Töne, chromatisch.
Fig. 20: Schwere der Töne, harmonisch.

matische bzw. harmonische Verteilung der Dunkelheitswerte (Fig. 2 und 3). Nur erscheint der Punkt größter Leichtigkeit nach C verschoben, während gleichzeitig H wieder in seiner Sonderrolle auftritt und in der chromatischen Anordnung noch stärker herausfällt als früher bei den Werten der Dunkelheit. In groben Umrissen geht also „Schwere" parallel mit Dunkel, Leichtigkeit mit Hell. Die Werte verteilen sich wieder fast gleich um B, sie betragen für die Bunten links 29, rechts 25, für die Unbunten entsprechend 8 und 7. Es herrscht also ein leichtes Überwiegen der Werte im ersten Tetrachord.

Andererseits besteht eine engere Beziehung zu den gegensätzlichen Tritonuswerten. Berechnet man die Differenzwerte entsprechend den symmetrischen Tritonuswerten der Fig. 8, so

ergibt sich: B – E = 9, Es – A = 9, Fis – C = 9, F – H = 2, As – D = 2, G – Cis = 1. Die drei deutlichen Gegensatzpaare ergeben also jedesmal die Differenz 9, die zwei in der Farbqualität nicht mehr komplementären ergeben je 2, die geringe und problematische Differenz dagegen nur 1. Da sich diese Zahlen nicht genau konform der entsprechenden Hell-Dunkel-Differenz verhalten, sondern eine Angleichung an die Differenz der Farbqualitäten verraten, muß die Eigenschaft der „Schwere" sowohl mit dem Hell-Dunkel als auch mit der Farbqualität eine Beziehung haben. Daß endlich mit der Sättigung ein Zusammenhang besteht, erweist die Anordnung der Schwere-Werte nach der bezüglichen Skala, aus der sich zwei fast entsprechende Bilder in symmetrischer Anordnung ergeben. Daß das Hell-Dunkel in seinem Einfluß dominiert, ergibt sich aus dem Bild der harmonischen Anordnung in Fig. 20, in welcher insbesondere die drei Höhepunkte auf D, Fis und B deutlich an die harmonische Verlaufskurve der Dunkelheitswerte (Fig. 3) erinnern, während allerdings die Punkte größter Leichtigkeit etwas verschoben sind.

10. „Wärme" der Töne. Die „Wärme" der Töne, welche von vielen Musikern behauptet wird[1]), läßt sich von Herrn D. ebenfalls genau feststellen. Auch hierbei sind Farbe und Ton voneinander nicht zu trennen. Die Skala im Anstieg zum „wärmsten" Ton lautet: B, Es, C, F, G, E, H, D, As, A, Cis, Fis.

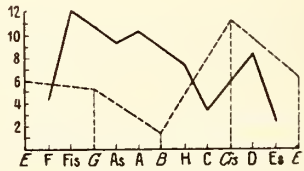

Fig. 21: Wärme-Werte der Photismen, chromatisch.

Die Beziehung zur chromatischen F-Skala in Fig. 21 ergibt, daß die Werte im ersten Tetrachord zusammen 35, im zweiten 20 betragen. Es besteht also eine ähnlich asymmetrische Verteilung wie beim analogen Vergleich der Farbwertsummen. Dieser Umstand ist auf doppelte Weise erklärbar: a) Im ersten Tetrachord liegen die sogen. „warmen" Farben (rot, orange, gelb),

1) Vgl. dazu u. a. H. Grahl, „Tonbewußtsein und Farbensinn" in der Halbmonatsschr. f. Schulmusikpflege 19. Jahrg. 9/10, Aug. 1924.

im zweiten dagegen besonders die kalten (blau). Vermutlich wäre der Unterschied beider Gesamtwerte in den Tetrachorden noch größer, wenn nicht im zweiten die beiden rötlichen Ausfall-Ph. H und D lägen. b) Der erste Tetrachord enthält im Gegensatz zum zweiten die größeren Sättigungswerte (26:10). — Der Charakter des B als eines aufteilenden Prinzips tritt wieder hervor; auch erscheinen die Unbunten in gewissem Gegensatz zu den Bunten. Die Rolle des B ersieht man besonders aus der die harmonische Anordnung darstellenden Fig. 22, aus der sich zugleich in dem starken Abfall von As nach Es die farbliche Differenz der zugehörigen Ph. (Orange-Blau) offenbart, wobei der Tritonus E einen zweiten relativen Tiefpunkt bedeutet.

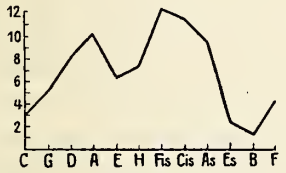

Fig. 22.

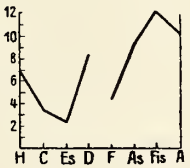

Fig. 23.

Fig. 22: Wärme-Werte der Photismen, harmonisch.
Fig. 23: Wärme-Werte der Photismen, nach Anstieg des Farbwertes geordnet.

Die Verteilung nach Farbwerten in Fig. 23 ergibt ein der Fig. 16 ähnliches Bild. Während aber dort die Beziehung der Wertskala der Ph. zum Dunkelheitsanstieg in Erscheinung trat, zeigt sich nun, daß die „Wärme" einer analogen symmetrischen Anordnung in bezug auf den Anstieg der Farbwerte folgt.

Eine direkte Beziehung zur Skala des Hell-Dunkel tritt nicht hervor, da der diesbezügliche Verlauf ganz unregelmäßig ist. Doch zeigt sich insofern ein Zusammenhang, als die in die Dunkelheitsreihe eingetragenen Wärme-Werte in der Hälfte der helleren Ph. die Summe 46, in der der dunkleren dagegen nur eine solche von 32 ergeben. Daraus folgt, daß im allgemeinen warmen Tönen nicht nur sattere, sondern auch hellere Farben in den Ph. entsprechen.

Das Verhältnis zu den Werten Hell-Dunkel offenbart sich bei Einführung einer anderen Berechnung als ein noch bestimmteres. Stellt man eine Reihe aus den Quotienten der Tritonussummen und Tritonusdifferenzen her, indem man wieder

dem Prinzip der symmetrischen Anordnung der Tritoni in der Skala Hell-Dunkel folgt, so ergibt sich:

$$\frac{E+B}{E-B} : \frac{A+Es}{A-Es} : \frac{C+Fis}{C-Fis} : \frac{H+F}{H-F} : \frac{As+D}{As-D} : \frac{Cis+G}{Cis-G} =$$
$$42 \quad : \quad 45 \quad : \quad 50 \quad : \quad 110 \quad : \quad 510 \quad : \quad 80$$

Es erfolgt also bei den drei komplementären Tritoni ein leichter Anstieg, der sich bei den beiden folgenden, die das rötlich-braune Residuum ergeben, erheblich steigert und bei dem problematischen Schritt Cis—G wieder stark abfällt. Daraus folgt, daß die sogen. „Wärme"-Werte der Töne keine Fiktionen sind und mit den bereits analysierten Eigenschaften der Ph. in Zusammenhang stehen.

11. „Beweglichkeit" der Töne. Ebenfalls auf Grund zufälliger Äußerungen ergab sich, daß den Tönen eine weitere ästhetische Eigenschaft zukommt, die als „Beweglichkeit" bezeichnet wird. Sie trat zuerst hervor bei B als unbeweglichstem und Cis als beweglichstem Ton, und zwar bevor von „Schwere" der Töne gesprochen wurde. Die entsprechende Reihenfolge lautet: Cis, Fis, E, H, G, C, A, F, D, As, Es, B. Fig. 24 ent-

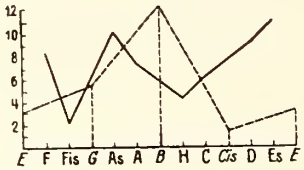

Fig. 24: Werte für die Unbeweglichkeit der Töne, chromatisch.

hält die chromatische Verteilung dieser Werte in der F-Skala. Es erscheinen bei den Bunten zwei Höhepunkte auf As und Es, bei den Unbunten ein solcher auf B. Die Summe der Werte beträgt links 35, rechts 34. Es besteht also wieder annähernde Gleichwertigkeit beider Hälften, wobei Bunte und Unbunte einen entgegengesetzten Verlauf zeigen.

Die harmonische Folge ergibt Höhepunkte auf D und B, hervortretende Tiefpunkte auf den Tritoni Cis und G. Die Dunkelheitsskala hat in der linken Hälfte als Gesamtwert 31, in der rechten 47. Beweglichkeit der Töne nimmt also allgemein mit wachsender Dunkelheit ab. Die Verteilung nach Farbwerten ergibt links 19, rechts 17. Beweglichkeit und Sättigung scheinen also im ganzen voneinander unabhängig.

12. „Dichtigkeit" der Photismen. Aus der Reihe der übrigen angebbaren Qualitäten, die sich nicht mit analoger Sicherheit feststellen lassen, wird nur die „Dichtigkeit" der Ph. wegen ihrer später zu zeigenden engen Beziehung zu Erscheinungen im absoluten Tonbewußtsein angeführt. Dichtigkeit wird nicht vom Ton, sondern ausdrücklich von der Farbe behauptet. Die mit der Bezeichnung gemeinte Qualität nähert sich der Undurchsichtigkeit, fällt aber mit ihr nicht zusammen. Während sich daher hinsichtlich des Grades von Durchsichtigkeit oder deren Gegenteil nur drei Ph. zusammenordnen lassen, können für die Dichtigkeit sämtliche Ph. in eine Skala gebracht werden. Ausgehend von der undichtesten erhält man die Reihe: C, Cis, Es, H, E, A, F, Fis, As, D, G, B. Die chromatische Anordnung der entsprechenden Werte enthält Fig. 25. Das

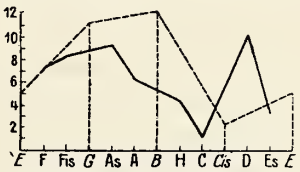

Fig. 25: Werte für die Dichtigkeit der Photismen, chromatisch.

Bild zeigt zwei Höhepunkte auf dem Tritonus As—D. In der Anordnung der Unbunten fällt eine gewisse Parallele zu den Werten der Beweglichkeit (Fig. 24) auf[1]).

D. Analyse mit objektiven Methoden.

Die im vorstehenden zusammengefaßten Ergebnisse beruhen auf subjektiver Abschätzung (Vergleichung) verschiedenartiger Eigenschaften der Ph. Wenn sich auch Zusammenhänge zeigen, die nicht auf bewußter Reflexion beruhen können, so ist es doch geboten, die objektive Seite noch mit anderen Methoden zu untersuchen. Die diesbezüglichen Versuche verwendeten 1. die Messung der Alterationserscheinungen bei den Ph., 2. die Messung und Analyse des absoluten Tonbewußtseins, 3. die Feststellung von Elementen, die das Hören durchsetzen und sich besonders in quantitativer Untersuchung der Klanganalyse offen-

1) Bei anderen Personen mit absolutem Tonbewußtsein oder Ansätzen dazu stellte ich noch weitergehende Eigenschaften von Tönen fest, so insbesondere Verbindungen mit Geschmack, und mit mehr oder minder bestimmt lokalisierten Organempfindungen.

baren. Außerdem erfuhren eine besondere Beachtung a) die Rolle des „Erkennens“ und Umdeutens, also zentraler Elemente, b) die relative Farbenwirkung der Ph. bei verschiedener, durch die musikalische Lage bedingter Helligkeit, c) die Feststellung der relativen Helligkeiten in den einzelnen Lagen.

1. Die Messung der Alterationserscheinungen. Dank des Umstandes, daß die Ph. im Falle des Herrn D. Empfindungsinhalte sind und daß bei ihm eine besondere optisch-eidetische Veranlagung besteht, sind die Ph. nicht an das Vorhandensein eines äußeren akustischen Reizes gebunden. Vielmehr kann Herr D. sie auch als rein subjektive Inhalte ohne anregenden äußeren Reiz subjektiv bilden. Das Ph. des Tones A z. B. gilt alsdann als identisch mit dem Ton A und unterscheidet sich angeblich in nichts von der Erscheinung, die beim tatsächlichen Hören des Tones auftritt. Wenn die Versuche trotzdem eine Unterschiedlichkeit ergeben, so bezieht sich diese wahrscheinlich nicht auf den phänomenalen Tatbestand, den die subjektiven Angaben betreffen, sondern auf die die Bemerkbarkeit übersteigenden struktuellen Elemente, die in der Bildung der Ph. wirksam sind. Im Experiment allerdings tritt der Unterschied auch subjektiv auf, wenn einzelne Ph. über eine längere Zeitspanne festgehalten werden. Bei Einwirkung eines konstanten Tones nämlich bleiben die Ph. bis auf geringfügige Veränderungen, die durch Schwankungen der Aufmerksamkeit, Ermüdung, Abstumpfung usw. bedingt sind, in ihren Eigenschaften bestehen[1]). Ist dagegen das Ph. subjektiv gebildet und wird ohne äußere Reizeinwirkung längere Zeit festgehalten, so zeigen sich nach einer anfänglichen Konstanz deutliche und von einem Ph. zum anderen charakteristisch unterschiedliche Veränderungen seiner Merkmale.

1) Daß bei Ph., die tatsächlich gehörten Tönen entsprechen, im Gegensatz zu nur subjektiv gebildeten Ph. eine typische Alterationserscheinung nicht auftritt, ist für die Theorie von Bedeutung. Es ergibt sich nämlich daraus, daß der für das Zustandekommen der Ph. maßgebliche Prozeß mindestens auch Elemente einschließt, die physiologisch-akustischer Art sind. — In anderen Fällen konnte ich beobachten, daß Alterationserscheinungen des Ph. schon während des physiologischen Hörens eintraten. So zeichnete sich in einem Falle ein gehörter Glockenton durch ein rotes Ph. aus, dem räumlich darüber gleich hinterher gelbe Flecken folgten, während das eigentliche Ausklingen durch einen nach unten gehenden, bläulichen Streifen gekennzeichnet wurde. — Bei einem der Brüder Nußbaumer (vergl. Bleuler u. Lehmann a. a. O., ferner Mahling a. a. O. S. 116) war z. B. das Ph. des Tones a im Anschlag gelb, im Abklingen blau.

Um diese Alterationen qualitativ und quantitativ festzustellen und auf Regelmäßigkeiten zu prüfen, wurden Versuchsreihen gemacht. Der Beobachter hatte die Aufgabe, das Ph. auf ein gegebenes Signal subjektiv zu bilden, indem gleichzeitig die Fünftelsekundenuhr in Gang gesetzt wurde. Der Instruktion zufolge sollte a) der Eintritt, b) die Qualität jeder Veränderung sofort mitgeteilt werden. Es stellte sich bald heraus, daß eine einfache Namengebung genügte, um das Charakteristische festzuhalten. Der Zeitpunkt jeder Veränderung wurde an der laufenden Uhr abgelesen und gleichzeitig mit den Angaben über qualitative Veränderungen zu Protokoll genommen. Jeder Versuch dauerte so lange, bis das einzelne Ph. subjektiv „erledigt" war, d. h. bis es nichts mehr von seinem ursprünglichen Charakter besaß.

Diese Versuche waren, auch wenn nach jedem einzelnen eine längere Erholungspause eingefügt und erst abgewartet wurde, bis wieder die nötige Frische bestand, relativ anstrengend. Jede Reihe umfaßte nur einmal die zwölf Ph. der musikalischen Skala. Es bestand aber schon nach einer solchen tagelang eine subjektive Angegriffenheit, so daß es ratsam schien, zwischen den Reihen eine Unterbrechung von mehreren Tagen stattfinden zu lassen. Im ganzen wurde dieser Versuch auf drei solche Reihen beschränkt, da das Ergebnis genügte. Nach der zweiten erschien noch eine Woche lang das Gesichtsfeld in bläulichem Schimmer, dessen Verschwinden vor der dritten Reihe abgewartet wurde.

Folgende Beispiele sind den Protokollen entnommen:

A — 17 Sek. etwas violett und bläulich — 24 orange, ähnlich wie As — 28 bläulich-rot — 33 grau — 45 bläulich-violett, darauf grünlich — 55 ähnlich der As-Farbe — 65 dunkelgrau — 70 bläulich-violett, darauf orange — 85 helles Blau, dann rötlich-violett — 90 A „fort", undefinierbarer Farbenwechsel im Hintergrund.

Es — 25 als Farbe heller — 38 noch hell, etwas orange — 45 hinten hellblau — 55 gelblich — 60 blau, dann orange — 75 wechselt lebhafter und muß als erledigt gelten. (Die Farben kommen immer aus dem Hintergrund.)

Nach jedem Einzelversuch wurde je nach den angegebenen Beobachtungen ein besonderes Protokoll aufgenommen. Die subjektiv gebildeten Ph. entsprechen den Tönen von b bis a', bei denen sie in ihrer Gesamteigenart optimal erscheinen. Das

Maximum der Helligkeit koïnzidiert übrigens nicht mit dieser musikalischen Lage, sondern erscheint nach der Höhe verschoben (vgl. Fig. 38).

Die Ergebnisse der drei Reihen wurden quantitativ (in bezug auf die Zeiten und die Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Elemente) und qualitativ verwertet. Es ergab sich, daß die Elemente des ersten Tetrachordes wieder häufiger waren als die des zweiten, sie verhalten sich zu diesen wie 43:30, wobei der Farbwert keiner Erfassung zugänglich war. Ordnet man ferner die bunten Ph. nach der Quantität des Auftretens komplementärer Elemente, so ergibt sich ansteigend vom geringsten zum höchsten Wert die Folge H, D, F, C, As, A, Es, Fis. Bei H tritt überhaupt keine Gegenfarbe in Form einer grünlichen Qualität auf. Bei D erscheint nur (selten) ein kleiner grünlicher Schimmer, bei F dagegen ist das Grün in der Alteration häufiger, wenn auch immer noch wenig. Daß die Ph. von H und D auch hier eine Ausnahme bilden, bestätigt ihren aus der spektralen Skala herausfallenden Charakter von neuem.

2. Häufigkeit und Qualität der auftretenden Alterationsfarben. Berechnet wurden die in der Alteration auftretenden Farbenqualitäten nach ihrer Häufigkeit. Zur zahlenmäßigen Festlegung wurde eine Reihe von speziell für die Ph. geltenden Grundfarben aufgestellt und demgemäß die gemachten Angaben in ein System gebracht. Das Ergebnis einer solchen Abzählung findet sich in Tab. 1. Ihre Basis bilden

Tabelle 1.

	Blaß	Grau	Schwarz	Rot	Orange	Braun	Gelb	Grün	Blau	Violett	Summe
C	4	5	2	—	3	2	2	1	1	6	26
G	1	2	4	—	1	2	—	—	1	3	14
D	1	5	3	2	2	3	—	2	1	1	20
A	1	4	3	4	6	1	2	2	7	7	37
E	1	7	3	1	—	1	2	—	5	2	22
H	2	5	—	3	3	2	2	—	5	5	27
Fis	2	4	3	2	3	4	1	—	5	6	30
Cis	1	6	—	1	3	1	2	1	2	6	23
As	2	2	1	2	2	2	2	3	2	4	22
Es	5	—	2	1	4	—	4	1	5	3	25
B	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	7
F	—	4	2	1	3	4	1	3	6	13	37
Summe	21	50	23	17	30	22	18	13	40	56	290
	94			196							

die bekannten Grundfarben. Es ließ sich nicht umgehen, ergänzende Farbbegriffe einzuführen, bei den Unbunten den des „Blaß", bei den Bunten den des „Braun". Auffällig ist, daß jetzt auch Grün auftritt, das in der direkten Erscheinung der Ph. nur minimal vertreten ist, ferner das Violett, sogar mit beträchtlicher Häufigkeit.

Als Ganzes beweist diese Tabelle, daß die Unterscheidung von bunten und unbunten Ph. begründet ist. Es beträgt die Häufigkeit der unbunten Alterationsfarben 94, die der bunten 196, was rund dem Verhältnis 1:2 entspricht, d. i. dem der vier unbunten zu den acht bunten. Ferner betragen die gesamten Alterationen der Unbunten (Cis—E—G—B) 66, die der Komplementären (C—Es—Fis—A) 118 und die der Rotbraunen (D—F—As—H) 106, was darauf hindeutet, daß die Unbunten in ihrer Struktur eine andere Rolle spielen als die Bunten.

Die gesamte Häufigkeit der Alterationen, eingetragen in die chromatische F-Skala, ergibt bei den Bunten zwei Höhepunkte auf F und A, zwei Tiefpunkte auf D und As, bei den Unbunten einen Höhepunkt auf Cis und einen Tiefpunkt auf B. Beide Verlaufskurven sind regelmäßig, sie erscheinen wieder als zueinander komplementär. In bezug auf Farbwert ergeben die vier ungesättigteren den Wert 98, die vier satteren 126. Die Alterationshäufigkeit ist also bei satteren Farben der Ph. höher. Das steht im Einklang mit der Tatsache der geringeren Häufigkeit bei den Unbunten. Der Grad des Helligkeitsgehaltes der Bunten auf die Alteration ist alles in allem ohne Einfluß, denn die vier helleren von den bunten Ph. ergeben genau wie die vier dunkleren die Gesamtsumme von 112.

Bringt man alle Ph. entsprechend dem Anstieg ihrer absoluten Alterationshäufigkeit in eine ansteigende Skala, so ergibt sich: B, G, D, E, As, Cis, Es, C, H, Fis, F, A. Hierbei ist das Ineinandergreifen der Bunten und Unbunten von Interesse, besonders die in die Reihe der Bunten vorspringende Funktion des „problematischen" Cis, während gleichzeitig das „ausdruckslose" D-Ph. zwischen die Unbunten fällt.

Anders gestaltet sich dieses Verhältnis, wenn man für jedes einzelne Ph. den Mittelwert seiner aus Tab. 1 sich ergebenden Alterationshäufigkeit berechnet und die dazugehörigen mittleren Variationswerte, endlich das Verhältnis dieser M.-V.-Werte zum eigenen Mittelwert in Prozenten berechnet. Es ergibt sich alsdann der in Tab. 2 zum Ausdruck kommende An-

stieg. As tritt als das gleichmäßigste Element hervor, es erscheint wie ein Ruhepunkt des ganzen Systems (vgl. As als Maximalwert in der subjektiven Wertskala der Fig. 17), während die vier Unbunten den größten relativen Schwankungen unterliegen. Die Unbunten erscheinen in dieser Tabelle für sich gesondert, während die beiden Systeme der Komplementären und der Rotbraunen in genauer Abwechslung ineinander geschachtelt erscheinen. In den Werten dieser Tabelle erhalten Cis—E—G—B die Summe 392, C—Es—Fis—A 224 und D—F—As—A 196, was dem oben erwähnten Verhältnis entspricht. In der Folge der Tab. 2 schließt sich das Cis direkt an die Bunten an. Sein Charakter als Unbunt aber der Buntheit nahestehend scheint sich damit zu bestätigen.

Tabelle 2.

As	24 %	Orange
Fis	47 %	Dunkelorange
D	50 %	Kakaofarben
A	51 %	Gelb
H	56 %	Mattrosa
C	58 %	Hellblau
F	66 %	Ziegelrot
Es	68 %	Dunkelblau
Cis	70 %	
G	77 %	Unbunt
E	85 %	
B	160 %	

Fig. 26 und 27 geben diese Werte in der chromatischen und harmonischen Skala. Aus Fig. 26 zeigt sich wieder, nunmehr rein objektiv, die einteilende Rolle des B für die Unbunten. Ferner tritt der Tritonus As—D heraus, der den Verlauf in zwei Hälften teilt. Die besondere Funktion des As hebt sich noch deutlicher aus Fig. 27 heraus. Indem As den hervor-

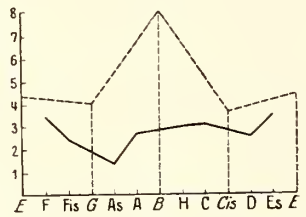

Fig. 26.

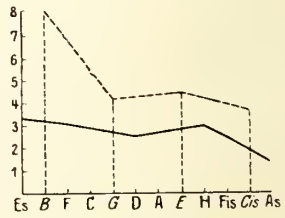

Fig. 27.

Fig. 26: Prozentuale M. V.-Werte der Alterationshäufigkeit der Photismen in der subjektiven Empfindungsbildung, chromatisch.

Fig. 27: Prozentuale M. V.-Werte der Alterationshäufigkeit der Photismen in der subjektiven Empfindungsbildung, harmonisch.

stechenden Punkt des ganzen Systems bildet, erinnert dieses Ergebnis an die harmonische Folge der subjektiven ästhetischen Farbwerte in Fig. 17, die somit eine objektive Stütze erfährt. Gleichzeitig fällt objektiv die Differenz zwischen As und Es noch stärker auf als dort. Eine analoge Erscheinung wurde übrigens hinsichtlich des Verhältnisses As—Es bei gänzlich anderen Versuchen, nämlich bei solchen über die relativen Anstiegswerte der zwölf Dominantenverhältnisse in unserem temperierten Tonsystem beobachtet, über die an anderer Stelle berichtet wird. Es stellte sich dabei heraus, daß, während jeder Fortschritt von einer Tonart in diejenige der Dominante einen Anstiegscharakter, nur mit jedesmal verschiedenem Charakter und Grad bedeutete, in der unmittelbaren Beobachtung bei Versuchen das Verhältnis As-Dur zu Es-Dur als „Abfall" bezeichnet wurde. Im übrigen ist an der Fig. 27 wieder der konforme Verlauf beachtlich, den die unbunten Ph. nehmen.

3. Eigenart der Alterationsfarben. Bildeten bisher die Ph. der Töne die Grundlage für die Analyse der Alterationserscheinungen, so werden jetzt die auftretenden Farben in den Mittelpunkt gestellt. Dies ist der Fall in Tab. 3. Die erste Reihe enthält die absoluten Häufigkeitswerte des Auftretens der betr. Farbe in der Alteration, die zweite die dazugehörigen M.-Werte, die dritte die M.-V.-Werte und die vierte diese M.-V.-Werte in Prozenten.

Tabelle 3.

	Absoluter Wert	M.-Wert	M.-V.-Wert	Prozentualer M.-V.-Wert
Blaß	21	1,8	1,05	58 %
Grau	50	4,2	1,50	36 %
Schwarz	23	1,9	1,10	58 %
Rot	17	1,4	1,00	71 %
Orange	30	2,5	1,25	50 %
Braun	22	1,8	1,03	57 %
Gelb	18	1,5	0,92	61 %
Grün	13	1,1	0,95	86 %
Blau	40	3,3	2,17	66 %
Violett	56	4,7	2,50	53 %

Die Tabelle zeigt in den prozentualen Werten eine in den Farben selbst bestehende Gesetzlichkeit. Es ergeben analog, wie früher nach rein musikalisch-harmonischen Gesichtspunkten die größte Gegensätzlichkeit des Tritonus als maßgebliches Element

immer wieder hervortrat, auch hier bei den Farben die gegensätzlichen Elemente einander entsprechende Werte. So resultiert für Blaß und Schwarz, die hier als Gegensätze gelten müssen, je 58 %. Für die Gegensätze Rot und Grün ergeben sich die beiden Maximalwerte der Tabelle mit 71 und 86 %, für Gelb und Blau 61 und 66 %. Geht man nun auf Grund dessen, was früher über die Gegensätze im Tritonus gefunden wurde, von dem Gedanken an die Möglichkeit aus, daß sich in diesen Verhältniszahlen der Tab. 3 und insbesondere in den Beziehungen dieser Verhältniszahlen hinsichtlich der farblichen Gegensätze etwas Analoges finden läßt, wie es bezüglich der abnehmenden Differenzen in der Reihe der Tritoni in bezug auf Farbqualität, Helligkeit und in gewissem Zusammenhang damit auch auf „Wärme" gefunden wurde, so kann man folgende Parallele ziehen. Die Abweichung vom Charakter des Komplementären bei den Ph. E und B ist gleich Null anzunehmen, da Weiß und Schwarz als vollständig komplementär gelten müssen. Nach Tab. 3 ist die Abweichung des Wertes für Blaß (58 %) vom Wert für Schwarz (58 %) ebenfalls gleich Null. Nächst E—B kommt nach der Skala der Dunkelheitswerte der Tritonus A—Es, der auch im farblichen Charakter (Gelb-Blau) dem Komplementären sehr nahe liegt. Nach der Tabelle ergeben sich für Gelb und Blau die Werte 61 und 66 %, die eine relative Abweichung von 7,6 % aufweisen. Es folgt der Gegensatz C—Fis. Beläßt man dem C-Ph. die blaue Qualität und setzt für Fis Braun, so entspricht dies den Tabellenzahlen 66 und 57 % mit einer relativen Abweichung von 13,7 %. Setzt man weiter für den Tritonus H—F den Gegensatz Grün-Rot, so treten an diese Stelle aus der Tabelle die Zahlen 86 und 71 % mit einer relativen Abweichung von 17,4 %. Dem Tritonus As—D endlich würde der farbliche Gegensatz Orange-Blau entsprechen müssen. Die relative Abweichung beträgt analog 24 %. Dem Tritonus Cis—G wäre wegen seines problematischen Charakters nichts Analoges entgegenzusetzen. Es ergäbe sich also für fünf Tritoni folgender Anstieg:

E—B	A—Es	C—Fis	H—F	As—D
0 %	7,6 %	13,7 %	17,4 %	24,2 %

Ohne daß diese Zahlen als exakt gelten dürfen, scheint außer Zweifel, daß sich in dieser Folge rein farblich aus den Erscheinungen der Alteration bei einer Berechnung im Sinne der Tab. 3 ein analoger Anstieg ergibt wie in den genannten früheren

Zusammenhängen[1]). Somit wird objektiv die früher subjektiv gefundene verschiedenartige Differenz in den Tritoni bekräftigt. Insbesondere fällt wieder auf, daß in der berechneten Folge ein quantitativer Anstieg in dem Sinne erfolgt, wie ein farblicher Ausfall in den Eigenschaften der Ph. angenommen wurde. Grau steht in der Tabelle mit 36 % am tiefsten, zeigt also die größte Stabilität. Von den Farben ist das Orange am gleichmäßigsten, was in Koïnzidenz steht mit dem stabilen Charakter des As-Ph.[2]).

4. Das Verhältnis Unbunt: Bunt. Um das Verhältnis des unbunten zum bunten Element in der Alteration der Ph. zu untersuchen, sind in Tab. 4 als Rangfolge die prozentualen

Tabelle 4.

F	19 %	Ziegelrot
A	22 %	Gelb
As	29 %	Orange
H	35 %	Mattrosa
Es	39 %	Dunkelblau
Fis	43 %	Dnnkelorange
Cis	44 %	Unbunt
D	45 %	Kakaofarben
C	73 %	Hellblan
E	100 %	Unbnnt
G	100 %	
B	∞ %	

Werte angegeben, die sich für jedes Ph. ergeben. Cis ist in das Ende der bunten Reihe eingedrungen. F und C, die beiden „Grund"-Töne unserer Musik, begrenzen nach beiden Seiten die Bunten. Die Werte sind in Fig. 28 chromatisch geordnet und zeigen das hervortretende Verhältnis des Tritonus C—Fis. Schon bei den subjektiven Angaben über die Helligkeitsverteilung und die aus ihr sich ergebenden inneren Zusammenhänge spielte dieser Gegensatz eine wichtige Rolle (vgl. Fig. 9). Bezüglich

1) Bei diesem Ergebnis wird man an folgende Punkte erinnert: a) Auch im gewöhnlichen Sehen erscheint, wie die Farbenblindheit zeigt, das Element Hell-Dunkel am festesten verwurzelt, ihm folgt das Gelb-Blau, dann erst das Rot-Grün. b) Wie sich bei Ostwald zeigt („Beiträge zur Farbenlehre" in den Abhandl. der math.-phys. Klasse der Sächs. Gesellsch. d. W. Nr. 3, Leipzig 1917, S. 448—52, 461), ist die Unterschiedsempfindlichkeit in den Stufen Hell-Dunkel in bezug auf die Zahl der möglichen Stufen erheblich größer als bei den eigentlichen Farben. c) Innerhalb der Reihe der Spektralfarben ist die Unterschiedsempfindlichkeit bei Blau und Gelb bedeutend größer als bei Rot, Grün und Violett. (Vgl. auch Wundt, Grundzüge II, 1910, S. 151.)

2) Viktor Goldschmidt, „Harmonie und Complikation", 1901, S. 104 ff., gibt unter den bunten Farben dem „Goldgelb" entwicklungspsychologisch den ältesten Platz. Vgl. auch W. Preyer, „Die Seele des Kindes", 1895, S. 7—13.

des Dunkelheitsanstiegs ergibt sich kein nennenswerter Unterschied (l.:r. 30,8:29,2). Das besagt, daß im Auftreten der Alterationsfarben zwischen verschieden hellen und dunklen Ph.

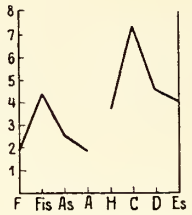

Fig. 28: Prozentuale Werte für das Verhältnis Unbunt: Bunt in der Alterationshäufigkeit, nur für die acht bunten Photismen, chromatisch.

im allgemeinen kein Unterschied besteht. Anders ist es bezüglich der Farbwertfolge. Die vier matteren Farben ergeben 38,4, die vier satteren nur 21,6. Mit steigendem Sättigungsgrad, wenn auch nicht proportional, tritt also das unbunte Element in den Alterationen zurück.

5. M.-Werte des Alterationsanfanges. Tab. 5 gibt in den drei Reihen die Mittelwerte a) der zwischen dem Beginn der subjektiven Empfindungsbildung und dem Beginn der Alteration verstrichenen Zeiten, b) der Endzeiten der Alteration, d. h. der Gesamtzeiten, die vom Beginn bis zur völligen „Erledigung" des Ph. verstrichen sind, c) der Differenzen aus diesen beiden, d. i. also der Zeitintervalle, während deren eine kontinuierliche Alteration stattfindet (alles in Sekunden).

Tabelle 5.

	Anfangszeiten	Endzeiten	Differenzen
C	14	72	58
G	20	52	32
D	24	71	47
A	11	77	66
E	12	54	42
H	24	83	59
Fis	31	102	71
Cis	19	74	55
As	22	81	59
Es	26	91	65
B	37	65	28
F	23	88	65

Bringt man die Werte der ersten Reihe in eine F-Skala, so ergibt sich das Bild der Fig. 29. Man kann zwischen diesem

Ergebnis und der Fig. 2, welche die subjektiven Dunkelheitswerte chromatisch darstellt, eine Verwandtschaft feststellen. B bildet das aufteilende Prinzip, Bunte und Unbunte verhalten sich komplementär, die Ecke bei H erscheint vergrößert wieder.

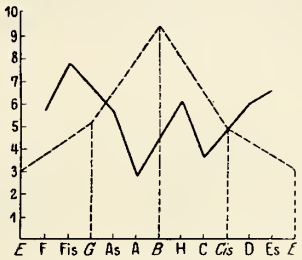

Fig. 29: M.-Werte der Anfangszeiten der Alteration in der subjektiven Empfindungsbildung, chromatisch.

Im ganzen gleicht sich also dieses Bild dem der spektralen Helligkeitsverteilung an. Addiert man die Werte der beiden Tetrachorde, so ergibt sich als Summe für den ersten 87, für den zweiten 88 bei den Bunten, bei den Unbunten entsprechend links 32 und rechts 31. Die Gesamtwerte links und rechts von B sind also genau gleich. Damit zeigt sich eine völlige Übereinstimmung mit der Wertverteilung der Fig. 2. Die objektiven Zeitwerte bestätigen also die subjektiven Angaben über die Verteilung der Helligkeiten. Besonders auffällig ist aber die Annäherung an das Bild der Fig. 19, welche die Verteilung der subjektiven „Schwere"-Werte enthält. Die subjektive Eigenschaft der „Schwere" der Töne muß also im Zusammenhang mit der objektiven Struktur der Ph. stehen, sofern sie sich in der Widerstandsfähigkeit gegen die Alteration in der spontanen Empfindungsbildung offenbart. Im übrigen geben die drei schwebenden Vierklänge folgende Werte: C—Es—Fis—A 82, D—F—As—H 93 und Cis—E—G—B 88. Der letztere (unbunte) Vierklang ergibt also einen Wert, der sich mit dem Mittel der Werte der beiden bunten Vierklänge deckt. Bunte und unbunte Ph. haben somit wahrscheinlich eine gemeinsame Grundeigenschaft, die sich darin äußert, daß alles in allem der Widerstand gegen die Alternation in den Zeitwerten als gleich erscheint.

Fig. 30 bringt die gleichen Werte harmonisch zur Darstellung. Es besteht wieder starke Angleichung an das subjektive Ergebnis der Fig. 3 sowie an das der Fig. 20, indem

die höchsten Punkte jedesmal auf D, Fis und B fallen. Nur die Tiefpunkte bei A—E und Cis—As erscheinen in Fig. 30 und 20 übereinstimmend gegenüber Fig. 3 um ein Geringes verschoben. Bei Cis—As sind sie ohne weiteres aus der Natur des Cis-Ph. und seiner Umdeutbarkeit in Des zu erklären, bei A—E etwa aus der nahen Verwandtschaft zwischen reinem Weiß und der hellsten Farbe (Gelb).

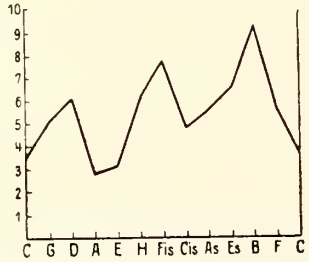

Fig. 30.

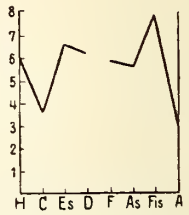

Fig. 31.

Fig. 30: M.-Werte der Anfangszeiten der Alteration in der subjektiven Empfindungsbildung, harmonisch.

Fig. 31: M.-Werte der Anfangszeiten der Alteration in der subjektiven Empfindungsbildung, nach dem Anstieg der Farbwerte der Photismen geordnet.

In der Skala des Dunkelheitsanstiegs erhalten die bunten Ph. links den Gesamtwert von 71, rechts von 104, mit den unbunten zusammen links 102, rechts 161. Bei Bunten und Unbunten verlängert sich also der M.-Wert des Alterationsanfanges mit zunehmender Dunkelheit der Ph.

Dagegen ergeben die auf beiden Seiten einer Farbwertskala resultierenden Summen der gleichen Werte (Fig. 31) keinen Einfluß der Sättigung, indem der Gesamtwert links 88, rechts 87 beträgt. Es ist aber die komplementäre Verteilung der Werte in dieser Skala eine ganz auffällige, so daß man an das früher wiederholt gefundene latente Prinzip erinnert wird, welches von der Mitte aus die Verteilung zu beherrschen scheint.

6. M.-Werte der Endzeiten. Die Endzeiten ergeben in allen Fällen weniger charakteristische Werte, was sich aus der Subjektivität in bezug auf das Absetzen im Versuch der Empfindungsbildung erklärt. Nur in seltenen Fällen läßt sich mit voller Bestimmtheit angeben, ob ein Ph. wirklich „erledigt" ist. Doch zeigt eine chromatische Anordnung der Ergebnisse wieder komplementäres Verhalten der Bunten und Unbunten in gleichmäßig verlaufenden Kurven, während die har-

monische Folge ein Parallelgehen aufweist. Die sechs helleren zeigen gegenüber den sechs dunkleren in den Endzeiten keine besondere Differenz mehr, indem sie sich verhalten wie 88,2 : 89,8. Dagegen scheint jetzt der Farbwert einen geringen Einfluß auszuüben, indem sich die Werte des ersten Tetrachordes zu denen des zweiten verhalten wie 63,4 : 69,6.

7. M.-Werte des Alterationswechsels. Chromatische und harmonische Anordnung ergeben im wesentlichen das Analoge, nur etwas ausgeprägter. Das gleiche gilt von der Helligkeitsskala, die ohne Einfluß erscheint, sowie von der Farbwertsverteilung, bei der sich 45,8 : 52,2 ergibt.

8. M.-Werte der Periodenlängen. Tab. 6 enthält a) die M.-Werte der Periodenlängen für die Alteration eines jeden Ph., b) ihre M.-V.-Werte und c) das Verhältnis dieser zu

Tabelle 6.

	M.-Werte	M.-V.-Werte	M.-V.-Werte prozentual
C	9,0	4,3	48 %
G	10,8	3,6	33 %
D	11,8	2,5	21 %
A	7,9	2,5	32 %
E	8,4	3,0	36 %
H	9,3	4,0	43 %
Fis	9,2	4,0	44 %
Cis	9,2	3,7	40 %
As	13,7	5,5	40 %
Es	9,0	3,6	40 %
B	10,5	6,5	62 %
F	8,1	3,9	48 %

jenen in Prozenten. Aus Fig. 32 ergibt sich die größere Gleichmäßigkeit aller Unbunten, ferner die Einteilung der Bunten

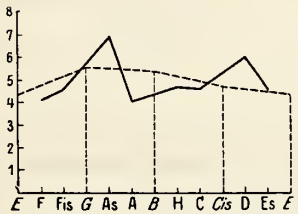

Fig. 32: M.-Werte der Periodenlängen in der Alteration, chromatisch.

durch den Tritonus As-D als Maximalwerten. Drei relative Minimalwerte fallen auf die Töne F, C und A, also drei grundlegende Töne unserer Musik. Der Verlauf der Unbunten und

Bunten ist ein ziemlich paralleler, was sich auch aus der harmonischen Kurve ergibt. Die Verteilung nach Helligkeit ergibt für die Bunten links 39,90, rechts 38,12, mit Einschluß der Unbunten links 57,51, rechts 59,42, also keinen bemerkenswerten Einfluß. Das gleiche zeigt die Verteilung der Farbwerte in dem Verhältnis 39,15:38,87.

9. M.-V.-Werte der Periodenlängen. Die chromatische Verteilung dieser Werte findet sich in Fig. 33. Es besteht eine entfernte Verwandtschaft mit den Fig. 29, 19 und 2. Sie ist indessen sehr bedingt und gilt nur für den ersten Tetrachord. Indem aber das Bild des zweiten Tetrachordes ein wesentlich anderes wird, da besonders D einen auffälligen Tiefpunkt darstellt, kommt hier die Unsicherheit in den Ph. dieser Gruppe im Vergleich zu denen der ersten zum Ausdruck. Das steht im Einklang zu der Annahme, daß die Ph. des zweiten Tetrachordes nicht überall zu einer vollkommenen Ausgestaltung gelangen konnten, wie sich insbesondere hier die beiden Ausfalls-Ph. H und D finden. C und F haben bei den Bunten die Maximalwerte.

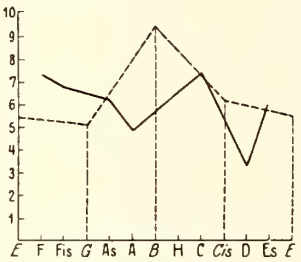

Fig. 33.

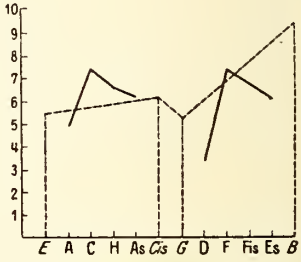

Fig. 34.

Fig. 33: Prozentuale M.-V.-Werte der Periodenlängen in der Alteration, chromatisch.

Fig. 34: M. V.-Werte der Periodenlängen in der Alteration, nach dem Anstieg der Dunkelheitswerte geordnet.

Die harmonische Verteilung zeigt einen kontinuierlichen Anstieg von D bis C mit kleiner Senkung auf As als dem Tritonus von D. Aus diesem Verlauf erhellt besonders der „träge" Charakter des D. Aus Fig. 34 ersieht man in der Anordnung nach Dunkelheitswerten das starke Dominieren der beiden Werte für C und F. Als Summe ergibt sich für die Bunten links 48,9, rechts 45,9, mit Einschluß der Unbunten links 71,7, rechts 74,4. Die Farbwertskala ergibt links 45,6, rechts 49,2. In der inneren

Struktur der Ph., sofern sie sich in den M.-V.-Werten der Periodenlängen in der Alteration offenbart, ist also kein wesentlicher Einfluß der Helligkeit oder des Farbwertes mehr erkennbar, während musikalische Elemente, Chromatik und Harmonik, noch in eigenen, scheinbar von den sonst in den Ph. gefundenen Gesetzlichkeiten abweichenden Prinzipien wirksam sind.

E. Ergänzungsversuche.

1. Untersuchung des absoluten Tonbewußtseins. Den hier mitgeteilten Ergebnissen liegen fünf Versuchsreihen an demselben Flügel zugrunde. Jede von ihnen umfaßt sämtliche Töne der Tastatur, also acht Oktaven. Das Subkontra-A wurde als überzählig ausgelassen, so daß jede Reihe die Urteilsergebnisse für 84 Töne enthält, was im ganzen also 420 ergibt. Das Urteil sollte sofort abgegeben werden und lautete nur auf die Tonbenennung, nicht auch auf die musikalische Lage, die aber im Protokoll vermerkt wurde. Die Reaktionszeiten wurden mit der Fünftelsekundenuhr gemessen.

Fig. 35 zeigt das Ergebnis der relativen Reaktionszeiten in der chromatischen F-Skala, auf die in der Berechnung alle sieben Oktaven zusammengedrängt sind. Das Bild erinnert wieder an die spektroïde Verteilung der Dunkelheitswerte in Fig. 2, läßt aber die kleine Spitze bei H vermissen. Die Werte links und rechts von B sind wieder fast gleich, sie verhalten sich für die Bunten wie 34,3 : 33,7, für die Unbunten

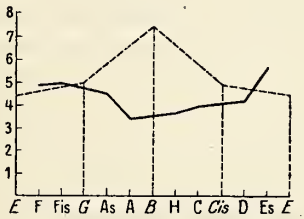

Fig. 35: Relative Reaktionszeiten im absoluten Tonbewußtsein.

wie 18,2 : 17,7. Auch hier ist die aufteilende Rolle des B erkennbar, das schon durch seinen maximalen Wert heraustritt. Man kann also für die mit bunten Ph. behafteten Töne den Satz ableiten, daß die Geschwindigkeit des Erkennens und Benennens eines Tones abhängig ist von der Stelle seines Ph. in

der spektroïden F-Skala und ungefähr konform geht mit der diesbezüglichen Helligkeit. Auch die Unbunten erweisen sich als von der Helligkeit abhängig, doch spielt diese nicht eine so starke Rolle wie bei den Bunten. Das ersieht man auch aus dem Verhältnis der Gesamtreaktionszeiten der Bunten zu denen der Unbunten, welches 34 : 42 beträgt. In den der Fig. 35 zugrunde liegenden Zahlen ist noch die Reaktionszeit des Experimentators inbegriffen. Da diese aber im Verhältnis zu der des Urteilenden nur rund $^1/_8$ (höchstens 200 Sigma gegenüber ca. 1,6 Sek. im Mittel) beträgt und außerdem als fast konstanter Faktor gelten muß, kann sie im vorliegenden Falle übergangen werden. Gemäß der spektroïden Form in der Verteilung der Reaktionszeiten können wieder alle anderen Beziehungen hergestellt werden, die den engen Zusammenhang im einzelnen erweisen würden.

Von besonderer Bedeutung erscheint die Verteilung der Fehler im absoluten Tonbewußtsein, die sich in Fig. 36 in der

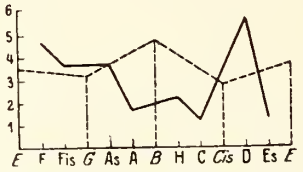

Fig. 36: Relative Verteilung der Fehler im absoluten Tonbewußtsein.

F-Skala chromatisch dargestellt findet. Es fällt die Verwandtschaft mit dem Bild der Fig. 25 auf, welche die chromatische Verteilung der subjektiven „Dichtigkeit" der Ph. enthält. Aus dieser Parallele tritt der Zusammenhang zwischen der bemerkten (phänomenalen) Eigenart der Ph. einerseits, den ihr zugrunde liegenden geistig-dispositionellen Tatbeständen andererseits hervor. Dem Beobachter war nicht bekannt, welche Töne in dem übrigens gut entwickelten absoluten Tonbewußtsein alles in allem die objektiv besser und schlechter beurteilten waren. Auch kam er niemals auf die Vermutung, daß zwischen einzelnen Eigenschaften der empfindungsmäßigen Ph. und den das absolute Tonbewußtsein beherrschenden Gesetzen ein Zusammenhang bestehen könne. Auf Grund der hier erwiesenen Koïnzidenz kann der Satz gelten: Je unsicherer objektiv das Erkennen eines Tones in seiner Qualität als c, d, e usw., um so „dichter" sein Ph. und umgekehrt. Man erinnert sich insbesondere an das, was oben

über das D-Ph. ausgeführt wurde, über seine stumpfe, dichte, charakterlose Farbe, und was sich weiter beim Alterationsversuch ergab: Charakter der Trägheit, wenig Schwanken, geringes Umschlagen in die Gegenfarbe, geringste M.-V.-Werte für die Periodenlängen usw., während nun in der objektiven Messung des Ton-Erkennens D die höchste Fehlerzahl aufweist. Es erscheint endlich auch von hier aus begründet, das D-Ph. als Ausfallserscheinung in der spektralen Farbenfolge der F-Skala anzusehen. Damit ist die Hypothese berechtigt, daß an der Stelle der D- wie an der des H-Ph. ein anderes stehen sollte, nämlich an jener ein bläuliches, an dieser ein grünliches.

Tabelle 7.

Farbe der Photismen			
Rot F D H	Orange Fis As	Gelb A	Blau Es C
Fehler im absoluten Tonbewußtsein			
9 11 4	7 7	3	2 2
Durchschnittlich			
8	7	3	2

Tab. 7 bringt die Farbqualität der Ph. in Verbindung mit den Fehlern im absoluten Tonbewußtsein, indem die Farben Rot, Orange, Gelb und Blau als die wesentlichsten Farben der Ph. zugrunde gelegt werden. Durchschnittlich ergeben sich für die roten Ph. 8, für die orangenen 7, für die gelben 3 und für die blauen Ph. 2 Fehler. Das bedeutet eine auffällige Gesetzlichkeit, indem die Fehler bei Rot am häufigsten sind und entsprechend der Entfernung von ihm abnehmen, wobei Grün als nicht vorhanden unberücksichtigt bleibt. Im absoluten Tonbewußtsein sind also Töne mit rötlichen und orangenen Ph. weniger gut verankert als solche mit gelben und blauen. Ob dies auf den Umstand zurückzuführen ist, daß die rötlichen Farben die häufigeren sind, die blauen die selteneren, oder ob hier analog den früheren Ergebnissen nun eine Übertragung der größeren Empfindlichkeit bei Blau und Gelb gegenüber Rot und Grün in die Erscheinungen des Hörens anzunehmen ist, mag hier noch unerörtert bleiben.

2. Untersuchung des analytischen Hörens. Besteht somit eine enge Verbindung zwischen der Eigenart der Ph. und den Elementen, die das absolute Tonbewußtsein charakterisieren, so liegt die Vermutung nahe, daß sich Analoges auch in bezug auf andere Erscheinungen des Hörens finden läßt. Zu diesem Zwecke wurde bei Herrn D. die Fähigkeit der Klanganalyse untersucht.

Für die im folgenden mitgeteilten Versuche wurde wieder mit dem Flügel gearbeitet. Als Klangkomplexe wurden die Töne der großen Oktave verwendet, die der Beobachter im unbewaffneten Hören auf die bemerkten Obertöne hin zu analysieren hatte. Er mußte nach Anschlagen eines jeden der 12 Töne angeben, in welcher zeitlichen Reihenfolge und in welchem gegenseitigen Stärkegrad die Obertöne für ihn heraustraten, wobei das Verhältnis durch folgende Einzelangaben bezeichnet wurde: e'' ganz gering, mittelmäßig oder stark, etwas mehr als b'', sehr viel stärker als g'' usw. Auf diese Weise erhielt jeder Ton der großen Oktave einen komplizierten subjektiven Index, der sich aus quantitativen Angaben über die einzelnen Obertöne zusammensetzte. Daß dieser Index nicht den tatsächlichen Obertönen entsprach, wurde festgestellt a) durch den physikalischen Versuch, daß gleichzeitig mit Anschlagen z. B. des C die Taste des g, g' usw., ohne den Ton zu erzeugen, heruntergedrückt und nach Abdämpfen des C festgestellt wurde, ob ein Oberton nachklingt und in welchem Grade; b) indem eine Reihe von weiteren Beobachtern den gleichen Versuch auszuführen hatte, wobei sich in jedem Falle Unterschiede ergaben, die ganz wesentlich voneinander abwichen. Auf diese Weise ließ sich zeigen, daß z. B. eine Septime subjektiv als recht stark herausgehört bezeichnet wurde, während sie sich objektiv nicht nachweisen ließ, und umgekehrt. Welche subjektiven Momente hierbei maßgeblich sind, ist für diese Untersuchung unwesentlich. Selbst wenn man, was nicht zu leugnen ist, daran denkt, daß durch die Verschiedenartigkeit in der Konstruktion einzelner Instrumente sowie durch unbekannte Momente im Mittönen objektive Faktoren mitwirken und eine restlose Erklärung für die Konstitution der Klänge erschweren, bleibt die Tatsache bestehen, daß sich aus den Versuchen Gesetze ergaben, die mit den aus den Ph. gewonnenen eine auffällige Verwandtschaft zeigen.

Berechnet man für jeden einzelnen Ton quantitativ das subjektive Heraustreten der Oktave, der Septime, der Terz und

der Quinte, indem auch deren Verdoppelungen berücksichtigt werden, und ordnet man die Ergebnisse nach dem aus der Eigenart der Ph. gewonnenen Prinzip der Aufteilung in a) die vier Unbunten, b) die vier Komplementären, c) die vier Rötlichen, so zeigt sich das Ergebnis der Fig. 37. Offenbar folgen die

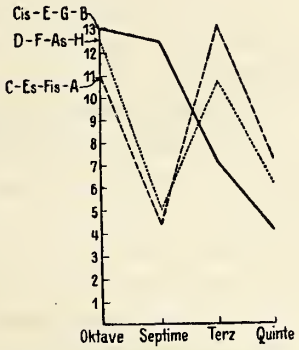

Fig. 37: Relative Summen der bemerkten Obertöne in den Elementen der drei schwebenden Vierklänge.

vier Unbunten Cis—E—G—B einer eigenen Gesetzlichkeit, welche sich in der verwendeten Anordnung durch einen stetigen Abfall äußert, während die beiden anderen, C—Es—Fis—A und D—F—As—H einen unter sich ähnlichen Verlauf nehmen, der aber in beiden Fällen zu jenem komplementär erscheint. Besonders stark zeigt sich dies bei der Septime, fast ebenso stark bei der Terz, weniger bei der Quinte und am wenigsten bei der Oktave. Die Differenz im subjektiven Heraushören der Obertöne wächst also in dem Grade, in welchem die herauszuhörenden Obertöne von der größten Konsonanz zum Grundton abweichen und umgekehrt. Es besteht also Grund zu der Annahme, daß die Gesetze, die die Ph. beherrschen, auch für die Erscheinungen der Klanganalyse bzw. für die der Verschmelzung gelten.

3. Die zentralen Faktoren in den Photismen. Obwohl in unserer temperierten Skala die enharmonisch verwechselbaren Töne akustisch gleich sind, bedingt eine subjektive Umdeutung eine Veränderung des Ph. So erscheinen die Ph. von Ges schwarzbraun (dunkler als Fis), von Ces wie H, aber ohne das Rötliche, von Fes als dichtes beschattetes Weiß, von

Gis als etwas ins Meeresgrün gehendes Orange, von Dis als Dunkelblau mit etwas Bräunlich, von Ais als braun durchschimmerndes Schwarz, von Eis als glänzender und dunkler im Vergleich zu F, von His als Hellblau-Grünlich, von Fisis als Grau, aber heller als G, von bb als Dottergelb. Diese subjektiven Angaben weisen darauf hin, daß das Umdeuten und Erkennen für das Ph. von Einfluß ist. Dagegen ergab der Versuch mit subjektiver Empfindungsbildung bei diesen enharmonisch verwechselten Tönen, daß sich für sie analog stabile Eigen-Ph. nicht herausgebildet haben. Es besteht nämlich im inneren Festhalten des Ph. gegenüber den auftretenden Alterationserscheinungen stets die Tendenz, in das nächstliegende Grund-Ph. aus der zwölfstufigen Skala zurückzufallen. Relativ am besten gelingt die subjektive Umdeutung bei dem Des-Ph., das gegenüber dem Cis-Ph. einen bräunlichen Schimmer erhält.

In anderer Weise treten zentrale Momente da hervor, wo sich mehrere Ph. zu einer Gestalt zusammenschließen. Bildet man aus einzelnen Tönen sukzessive Formen, so zeigt sich, daß die Ph. in zwei Gruppen zerfallen, je nachdem, ob sie in bezug auf ihren Helligkeitsgrad von dem vorangehenden Ph. positiv oder negativ beinflußt werden. Zu diesen gehören C, A, E, H, Cis, Es, also die helleren und von den dunkleren ein blaues Ph. (Es); zu jenen gehören Fis, As, B, F, also die dunkleren und rotbraunen. Bei G und D läßt sich kein Einfluß feststellen, was abermals im Einklang mit dem trägen Charakter des D steht. Dieses Ergebnis gilt für die Region der kleinen und eingestrichenen Oktave, wo die Ph. am deutlichsten erscheinen. Als dunkles influenzierendes Element wurde meist das schwarze B, als helles das weiße E verwendet.

Die Veränderung, welche die Ph. durch Eingehen in simultane Komplexe erfahren, bilden ein umfangreiches Kapitel, da sich für jedes Ph. entsprechend jeder Lage und jeder harmonischen oder disharmonischen Form des Ganzen eine immer neue Veränderung ergibt. Z. B. tritt im a-moll Dreiklang E noch als weißes Ph. hervor, aber es wird „schmaler", „bescheidener", zugleich heller als in A-Dur. Das ganze Bild des A-Dur-Dreiklanges erscheint (beim Versuch am Harmonium) groß, gleichsam überwölbt, es „strahlt aus". Sobald dieser Akkord in a-moll umschlägt, fällt die „Halbkugel" in sich zusammen, es bleibt etwas „Plattes" übrig, „die Sonne ist fort". Alles ist „verblaßt, durchsichtig, bleichsüchtig". Der Unter-

schied des Überganges von A-Dur nach a-moll erscheint regelmäßig größer als die umgekehrte Veränderung des Bildes[1]).

Bemerkenswert ist, daß sich bei Versuchen mit subjektiver Bildung der Ph. und der Beobachtung von Alterationserscheinungen Zusammenklänge ganz anders verhalten als einzelne Elemente. So sind die beiden komplementären Vierklänge Fis—A—C—Es und Cis—E—G—B erheblich rascher „erledigt" als die einzelnen Elemente für sich. Sie ergeben bald eine graue undefinierbare Masse, nämlich im Mittel nach 15 bzw. 35 Sek. Dagegen ist der rötlich-braune Vierklang D—F—As—H noch nach 150 Sek. vorhanden und mit Ausnahme des H-Ph. sogar noch in seinen Elementen erkennbar.

In diesem Zusammenhang ist daran zu erinnern, daß im absoluten Tonbewußtsein das Ph. nur dann vorhanden ist, wenn der Ton „erkannt" wird, und zwar in einem einzigen scheinbar simultanen Prozeß. Wenn nun auch die Fehler im Erkennen der Töne hinsichtlich ihrer absoluten Höhe wesentlich auf die musikalisch-akustischen Randgebiete beschränkt sind, in denen die Ph. entweder wegen ihrer Kleinheit (Höhe) oder wegen ihrer Dunkelheit (Tiefe) schon an und für sich schwerer erkennbar sind, was in den 84 verwendeten Halbtönen im Mittel 17 % Fehlurteile bedingt, so ist es doch auffällig, daß auch in der Region des deutlichsten Hörens Fehler vorkommen. Wird z. B. das h mit dem b einmal verwechselt, so wird statt des milchigen Rosa das Schwarz gesehen oder umgekehrt. Dazu kommt, daß wenn auch die Reaktionszeiten relativ kurz sind, sie doch erheblich größer ausfallen als beim Hinblicken und Erkennen einer Farbe im Netzhautsehen. Es ist also das Auftreten der Ph. unter keinen Umständen einem Prozeß direkt zu vergleichen, wie ihn unser gewöhnliches Sehen bedeutet. Diese Tatsachen werden für die Theorie der synoptischen Erscheinungen ausschlaggebende Bedeutung erlangen.

4. Helligkeit und relative Farbenwirkung in verschiedenen Lagen. Die Analyse der Ph. wird endlich ergänzt durch die Untersuchung der Differenzen, welche sich in verschiedenen musikalischen Lagen zeigen. Es ist wichtig, daß die Verteilung der relativen Helligkeiten von der des Her-

1) Ob die Verkleinerung der Moll-Bilder etwa durch innere Mikropsie, bedingt durch den Gefühlscharakter des Moll, zu erklären ist, bleibt zu untersuchen .

austretens der Farben verschieden ist, daß sich also Farbigkeit und Helligkeit wieder nach gesonderten Gesetzen verteilen. In Fig. 38 sind die relativen Helligkeitswerte in den einzelnen

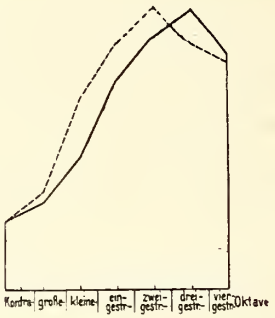

Fig. 38: Verteilung der relativen Helligkeitswerte der Photismen in den einzelnen Lagen. a) bei der angeschlagenen Saite (Flügel) (———), b) bei der kontinuierlich tönenden Zunge des Harmoniums (- - - -).

Lagen dargestellt. Bei Versuchen am Flügel ergab sich ein Maximum in der dreigestrichenen Oktave, bei solchen am Harmonium verschob sich diese Region nach der zweigestrichenen, wahrscheinlich weil im ersten Falle durch das Anschlagen und Abklingen ein diskontinuierlicher akustischer und synoptischer Eindruck hervorgerufen wird, während es bei angehaltenen Tönen umgekehrt ist. Da nun höhere Töne kleinere, aber hellere Ph. erzeugen und da deren Auftreten dem Aufblitzen eines kleinen hellen Gebildes beim Netzhautsehen etwas vergleichbar ist, so müssen wir für diesen Fall andere Gesetze als die Auffassung und Beurteilung bedingend hypostasieren gegenüber den bei kontinuierlichen Reizen vorhandenen Bedingungen. In bezug auf den Eindruck der Helligkeit heißt dies, daß kleinere und hellere, aber kürzer dauernde Eindrücke als größeren, weniger hellen und länger dauernden unter bestimmten Umständen äquivalent anzusehen sind. Für die Untersuchungen wurde wieder der Vergleich verwendet, indem als Maßstab die Differenz der Helligkeiten zwischen den Eigen-Ph. c'' und h' zugrunde gelegt wurde.

Schwerer ist es, für die Farben der Ph. ein exaktes Maß zu finden, da sie sich in verschiedenen Lagen und somit in verschiedener Helligkeit auch untereinander different verhalten mußten. Es wurde daher, um einen brauchbaren Maßstab zu erlangen, jede einzelne Farbe eines Ph. in verschiedene komplexe

Formen gebracht, um die relative Wirkung zu beobachten. Da die meisten harmonischen Gebilde unserer Musik nun gleichzeitig dynamische und andere ästhetische Elemente enthalten, die den Versuch erheblich komplizieren und unübersichtliche Bedingungen schaffen, so wurde in der Hauptsache der schwebende Vierklang in seinen drei Formen verwendet und auf diese Weise in den einzelnen musikalischen Lagen das relative Heraustreten eines jeden Farbcharakters beobachtet. Diese Versuche zeigten, daß es für jede einzelne Farbe der Ph. eine relativ optimale Lage gibt, in welcher sie im Vergleich zu den jeweils noch im Akkord enthaltenen Elementen hervortritt; und zwar liegen die relativen Optima für die blauen und hellen Farben in der Höhe, für die roten und dunklen in der Tiefe, während sich einerseits Grau, andererseits Gelb und Orange in der Mitte einordnen[1]). So erreicht das C-Ph. sein Optimum in der zweigestrichenen Oktave, das E-, Fis- und D-Ph. in der eingestrichenen, das G-, H-, A- und As-Ph. in der kleinen, das B-Ph. in der großen und das F-Ph. in der Kontra-Oktave. Das problematische Cis hat sein Optimum ebenfalls in der zweigestrichenen Oktave. Für Es liegt ein Maximum in drei Oktaven, nämlich in der kleinen, der ein- und zweigestrichenen, was sich daraus erklärt, daß es zugleich blau und dunkel ist; D als das kakaofarbene Ausnahme-Ph. erscheint wieder mit seinem Optimum, wie sich aus der genannten Einordnung ergibt, in einer Ausnahmelage. Es erscheint nämlich an dem Platze, wo es liegen würde, wenn es nicht seine rötliche, sondern die bläuliche Farbe haben würde, die es nach der spektroïden Skala haben sollte. Das im allgemeinen eindeutige Ergebnis deckt sich mit den Gesetzen, die für das Heraustreten der einzelnen Farben hinsichtlich der Raumschwelle gelten, indem bei Farbflächen von minimaler Ausdehnung im Netzhautsehen die Empfindung der Helligkeit im Rot mit der der Qualität zusammenfällt, während für andere Farben konform ihrer spektralen Entfernung von Rot der Farbempfindung eine solche der Helligkeit vorangeht, mit Ausnahme des hier nicht in Betracht kommenden Grün.

1) Das relative Heraustreten des Rot in der musikalischen Tiefe, das des Blau in der Höhe könnte auf doppelte Art erklärt werden: a) Die rote Farbe hat in sich selbst eine besondere Verwandtschaft mit tiefen Tönen, das rote Ph. erfährt hier also die relativ beste Ausbildung; b) die rote Farbe ist in der musikalischen Tiefe ein wesensfremdes Element, sie tritt also um so deutlicher gegenüber ihrer Umgebung in ihrer Eigenart heraus. Vom Blau gilt das Entsprechende. Die Annahme b) hat die größere Wahrscheinlichkeit für sich.

III. Schlußbemerkung.

Die Aufstellung einer Theorie über die musikalische Synopsie wird an dieser Stelle um so eher unterlassen, als die angeführten Ergebnisse in Einzelheiten sowohl der Farbenlehre als auch der Akustik, der Theorie und Ästhetik der Musik hineinreichen und daher eine umfangreiche Erörterung verlangen. Auch liegt der vorangehenden Analyse erst ein einzelner, wenn auch ausgeprägter Fall zugrunde. Es werden daher vorerst nur zwei Hauptpunkte fixiert:

1. Die musikalischen Ph. lassen, obwohl sie sich durch viele Qualitäten, durch die Art der sie bedingenden Reize und durch den Grad ihrer Abhängigkeit von zentralen Faktoren gegenüber den gewöhnlichen optischen Inhalten unterscheiden, bis ins einzelne hinein Gesetze erkennen, die das gewöhnliche Sehen beherrschen.

2. In den musikalischen Ph. finden sich selbst solche Elemente des Hörens übertragen in optische oder diesen verwandte Qualitäten wieder, die einer akustisch-musikalischen Analyse entweder gar nicht oder nur indirekt zugänglich sind.

(Eingegangen am 31. Januar 1925.)

c. 1
BF497 ANSCHUTZ, G.
An81 UNTERSUCHUNGEN ZUR ANALYSE
Un8 MUSIKALISCHER PHOTISMEN.

Date Due

BF497
An81
Un8 Anschutz, G. c. 1

AUTHOR
Untersuchungen zur analyse

TITLE
musikalischer photismen.

DATE DUE | BORROWER'S NAME
Reference Copy